

中华人民共和国国家标准

GB/T 23702.2—2010/ISO 15536-2:2007

人类工效学 计算机人体模型和 人体模板 第2部分:计算机人体模型 系统的功能检验和尺寸校验

Ergonomics—Computer manikins and body templates—Part 2: Verification of
functions and validation of dimensions for computer manikin systems

(ISO 15536-2:2007, IDT)

2011-01-14 发布

2011-07-01 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 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 计算机人体模型检验要求 2

5 源数据建档要求 3

6 计算机人体模型校验要求 3

附录 A (资料性附录) 人体建模关节运动的推荐名称和定义 6

附录 B (资料性附录) 静态测试规则 13

参考文献 14

图 A.1 人体的基本平面和轴 7

图 A.2 屈曲和伸展的定义 8

图 A.3 基本站姿下的外展、内收、外旋和内旋 9

图 A.4 上臂在肩关节处的水平屈曲(水平内收)和水平伸展(水平外展) 10

图 A.5 手的旋前和旋后 11

图 A.6 拇指和四指的运动 12

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检验和尺寸校验。

本部分是GB/T 23702的第2部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用ISO 15536-2:2007《人类工效学 计算机人体模型和人体模板 第2部分：计算机人体模型系统的功能检验和尺寸校验》。

本部分由全国人类工效学标准化技术委员会(SAC/TC 7)提出并归口。

本部分起草单位：中国标准化研究院、北京航空航天大学、清华大学、航空医学研究所。

本部分主要起草人：张欣、冉令华、周前祥、郑秀媛、王黎静、郭小朝、刘太杰、肖惠。

引 言

为在产品设计中有信心使用计算机人体模型,设计人员需了解这些工具的准确度和可靠性。对准确度的需求取决于使用目的。有些设计需要较高的准确度(例如,间隙的定量分析),有些则仅需较低的准确度(例如,模拟训练)。GB/T 23702.1—2009 中给出了基本准确度的检测方法。该方法是建立在构建人体模型所用人体测量数据与相应人体模型复现数据之间比对的基础上。这些数据仅针对标准测量姿势,如立姿和坐姿(见 GB/T 5703—1999)。

然而,在产品设计过程中,除标准姿势外计算机人体模型常用于模拟更广泛的姿势和动作。让设计者了解这些情况下计算机人体模型的准确度也是十分必要的。此外,由于在构建计算机人体模型时使用了大量的人体测量参数和生物力学参数,这在评估计算机人体模型及相关应用的准确度和可重复性时就会产生问题。这就要求附加特定测试,以准确测量可能呈现的每一个人体尺寸、形状和工作姿势。人体模型数据或算法发生变化时,问题就会更复杂,需额外测试来评估它们的尺寸精度。

对于一个机构而言,针对每种可能的测试条件对所有的人体模型参数进行准确性测试在经济上是不可行的,所以需要开发者和用户合作来进行计算机人体模型准确度的评估。开发者可以针对最常见的情况测试人体模型系统的准确度,同时为用户提供针对特定应用的人体模型系统准确度和可重复性的关键测试方法。因此,用户需要为他们的特定应用来测量人体模型的准确度,而开发者则需提供计算机人体模型以及测量和评估人体模型准确度的简易方法。

人类工效学 计算机人体模型和 人体模板 第2部分:计算机人体模型 系统的功能检验和尺寸校验

1 范围

GB/T 23702 的本部分规定了计算机人体模型功能检验和尺寸校验的要求。这些要求包括与计算机人体模型准确度相关的数据文档、功能检验方法和尺寸校验方法。

本部分规定了应用于构建计算机人体模型的人体测量数据、生物力学数据和建模软件功能的要求。本部分虽然主要针对人体测量数据及其测量方法,但也包括了在构建和应用计算机人体模型时必不可少的生物力学参数。

本部分给出了计算机人体模型准确度和人体源数据的报告框架。本部分旨在使计算机人体模型系统的非专家型用户也能利用开发者提供的自动软件,在现场测试条件下独立完成每项功能的测量工作。

本部分不要求开发者完成特定情况下的计算机人体模型系统的确认和验证。

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

GB/T 22187—2008 建立人体测量数据库的一般要求(GB/T 22187—2008, ISO 15535:2003, IDT)

GB/T 23702.1—2009 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(ISO 15536-1:2005, IDT)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

人体模型准确度 **manikin accuracy**

计算机人体模型系统复现被测个体尺寸、外形、姿势、角度、运动路径以及其他几何特征的准确度。

3.2

开发者 **developer**

开发计算机人体模型系统的公司、机构或个人。

3.3

现场测试条件 **field-testing conditions**

计算机人体模型系统用户通常所处的工作条件,典型的情况是:办公环境中有一台计算机工作站,但没有专业的人体测量实验设备、生物力学实验设备以及技术支持人员。

3.4

人体模型功能 **manikin function**

计算机人体模型软件系统模拟人体特性、活动或状态的能力。

3.5

测量标记点 **measurement landmarks**

人体表面或计算机人体模型上用于定位或测距的点。

3.6

可重复性 **repeatability**

对同一被测者同一尺寸多次测量的一致程度。

注：完全可重复则标准差为零。

3.7

人体模型确认 **manikin verification**

确认计算机人体模型功能是否和描述的一致。

3.8

人体模型验证 **manikin validation**

测量计算机人体模型的准确度。

注：人体模型准确度定义见 3.1

3.9

电子用户文档 **digital user documentation**

在软件使用过程中可查阅的计算机人体模型系统电子参考资料。

4 计算机人体模型检验要求

4.1 概述

4.2~4.5 给出的要求可使计算机人体模型系统的非专家型用户能够利用开发者提供的自动软件，在现场测试条件下独立测量人体模型尺寸的准确度，确认人体模型的功能。

4.2 功能列表

由开发者提供的每个计算机人体模型功能(例如干涉分析或可达域分析)都应列入“功能列表”。该表应能从电子用户文档中查得。

4.3 功能描述

电子用户文档应提供对功能列表中每个计算机人体模型功能的描述。这些描述应包括功能的预期目标和适用的边界条件。

4.4 功能检验——由开发者提供实例

在电子用户文档中，功能列表里的每个计算机人体模型功能至少应附带一个示例，用以说明和模拟其操作。示例应允许用户输入典型数值并观察输出结果。

4.5 功能检验——使人体模型系统用户能够记录或报告结果

系统应当向用户提供适用于标准打印设备的标准电子格式，用以记录和报告 4.3 所规定的功能的执行效果。每次功能测试后应自动生成一份报告。报告应包括用户输入的值和该功能输出的结果。

5 源数据建档要求

5.1 参数列表

使用了人体特性测量值的每个计算机人体模型功能都应说明参数的名称和计量单位。每个参数应按名称列入“人体数据参数列表”，该表应能从电子用户文档中查得。

5.2 参数描述

在电子用户文档中，“人体数据参数列表”里的每个数据参数都应附随其统计特征和测量方法的描述。在适当的情况下，应使用 GB/T 5703—1999 规定的名称、标记点和测量方法。

人体数据集中每个参数的统计描述应包括它的来源、样本量、最小值、最大值、均值、众数、标准差和第 1、第 5、第 50、第 95、第 99 百分位数的值；如信息不存在，应明确说明。如果数据参数来自一个公开的现行数据库，应注明出处。

5.3 抽样方法

在“人体数据参数列表”里的每个数据参数都应说明测量时从目标总体中选取被测样本的方法；如信息不存在，应明确说明。

5.4 样本的人口统计数据

在“人体数据参数列表”里的每个数据参数都应按 GB/T 22187—2008 的规定说明被测者的性别和年龄；如信息不存在，应明确说明。如果人群组、职业或其他人口统计变量被用于定义模型参数，也应将这些变量列出。

6 计算机人体模型校验要求

6.1 一般要求

在现场测试条件下，应向用户提供自动软件工具用以测量和报告人体模型系统的准确度和可重复性。

为使特定的人体模型功能或特征符合本部分的要求，开发者应提供与本部分要求一致的人体模型测量方法和数据文件。符合本部分要求仅表明用户能够测试人体模型的准确度，并不能确保任何一个特定人体模型的准确度。

满足所有用户各种不同的应用需测试大量的人体模型、尺寸、形状、姿势和测试条件，因此本部分不涉及如何选择用于验证的测量方法和测试条件。

6.1.1 测量标记点

应在每一个计算机人体模型或合适的平面上设置必要的人体测量标记点与参考平面，这些标记点和参考平面应与 GB/T 5703—1999 中第 4 章规定的一致，并具有打开和关闭功能。

6.1.2 添加新的测量标记点

应提供在人体模型的结构单元上添加新的测量标记点的方法，以达到自动测量人体模型尺寸的目的。用户创建的每个标记点都应具有与 6.1.1 中规定的标记点相同的功能属性。

6.1.3 标记点列表

人体模型系统自带的或添加的测量标记点都应列入“测量标记点列表”，该表应能从电子用户文档中查得。

6.1.4 测量报告

“人体数据参数列表”中所有的计算机人体模型参数都应能自动测量，并报告准确度。如不能自动测量，应明确说明。

6.1.5 人体模型准确度

应向用户提供计算每个参数准确度的方法。人体模型准确度是指人体模型某项尺寸输入值和输出值之间的差值，以绝对误差和相对误差表示(见 GB/T 23702.1—2009 中 6.4)。输入值是依据真实人体上的标记点测得的，而输出值则是依据人体模型上相应的标记点测得的，该人体模型用于代表实际被测人群。输入值宜以 3 次以上测量结果的均值为准。

绝对误差 e_{dif} 是指输入值和输出值之间的差值：

$$e_{\text{dif}} = V_{\text{out}} - V_{\text{in}} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

V_{out} ——输出值；

V_{in} ——输入值。

相对误差 e_p 是指绝对误差与输入值的百分比(见 GB/T 23702.1—2009 中 6.4)

$$e_p = \frac{V_{\text{out}} - V_{\text{in}}}{V_{\text{in}}} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

6.1.6 可重复性

应向用户提供计算每个参数可重复性的方法。

当采用小样本(如 10)进行可重复性计算时，建议用函数输出值的标准差来度量。例如，将单个个体的某个参数的测量值输入函数 10 次，观察输出结果的差异。

6.1.7 现场测试条件下的测量支持

附录 A 和附录 B 用于帮助用户在与特定设备设计应用一致的现场测试条件下，独立测量人体模型的准确度和可重复性。

6.2 静态功能

附录 B 提供了对静态功能中尺寸和角度测量值进行验证测试的一般性方法。

6.2.1 人体模型尺寸的静态测试

应提供 6.2.1.1~6.2.1.4 的功能，以支持用户在该条件下验证专用人体模型的特性。

6.2.1.1 长度测量

应提供计算 6.1.1~6.1.2 中给定的任意标记点间水平距离、垂直距离和最短距离的方法。

6.2.1.2 角度测量

应向用户提供人体模型中每个关节活动角度范围的测量方法。屈曲、伸展和旋转角度的测量应以

相邻肢体轴线为参考。附录 A 给出了描述肢体角度特性和关节运动角度特性的建议框架。

6.2.1.3 可达功能

具有可达功能的人体模型应说明可达的类型(如:最大),提供测量每个可达功能界限的方法,并能对相同条件下人体模型的可达域和被测者实际的可达域进行比较。在验证诸如可达域等与力和姿势相关的功能时,人体模型与被测者的尺寸匹配就尤为重要。

6.2.1.4 自动比对

应提供与 6.2.1.2 和 6.2.1.3 一致的,在被测者和代表他们的计算机人体模型之间进行人体测量参数和生物力学参数自动比对的功能。

6.2.2 衣着或附加的个体防护装备

能够对衣着或个体防护装备(如:头盔、呼吸器具或通讯工具)进行建模的计算机人体模型系统,应提供测量这些人体模型—对象系统的尺寸准确度的方法。

6.3 报告测试结果

所有自动测量的结果都应以标准电子文档的格式输出。报告应列出每个被测参数的相对误差、绝对误差和可重复性。

附录 A
(资料性附录)

人体建模关节运动的推荐名称和定义

A.1 概述

为了在不同计算机人体模型系统之间实现顺畅、可靠的数据输入输出,也为了在被测人群运动和人体模型运动之间建立观测上的联系,宜使用相同的坐标系和人体运动定义。因此需对此给出统一的规定。在构建人体模型和真人测量时建议使用 A.2~A.6 中给出的名称和定义。

在运动描述中使用了多个术语,括号中的是备选术语。

A.2 基本平面

基本平面如图 A.1 所示。

A 水平面(横截面):人体的横断面。

B 正中矢状面:人体前后方向上的正中垂直平面,它将人体分成左、右对称的两个部分。

C 冠状面(额状面):与水平面和正中矢状面垂直的人体垂直平面。

D 矢状面:与正中矢状面平行的平面。

A.3 基本轴

基本轴如图 A.1 所示。

矢状轴(前后轴)(X):从后到前。

冠状轴(横轴)(Y):从左到右。

垂直轴(上下轴)(Z):当人体站立时从下到上。

近位指靠近身体中心的一端,远位指远离身体质心的一端。

矢状面,额状面,前,后,下,上,远位,近位,外侧和内侧的定义见 GB/T 5703—1999。

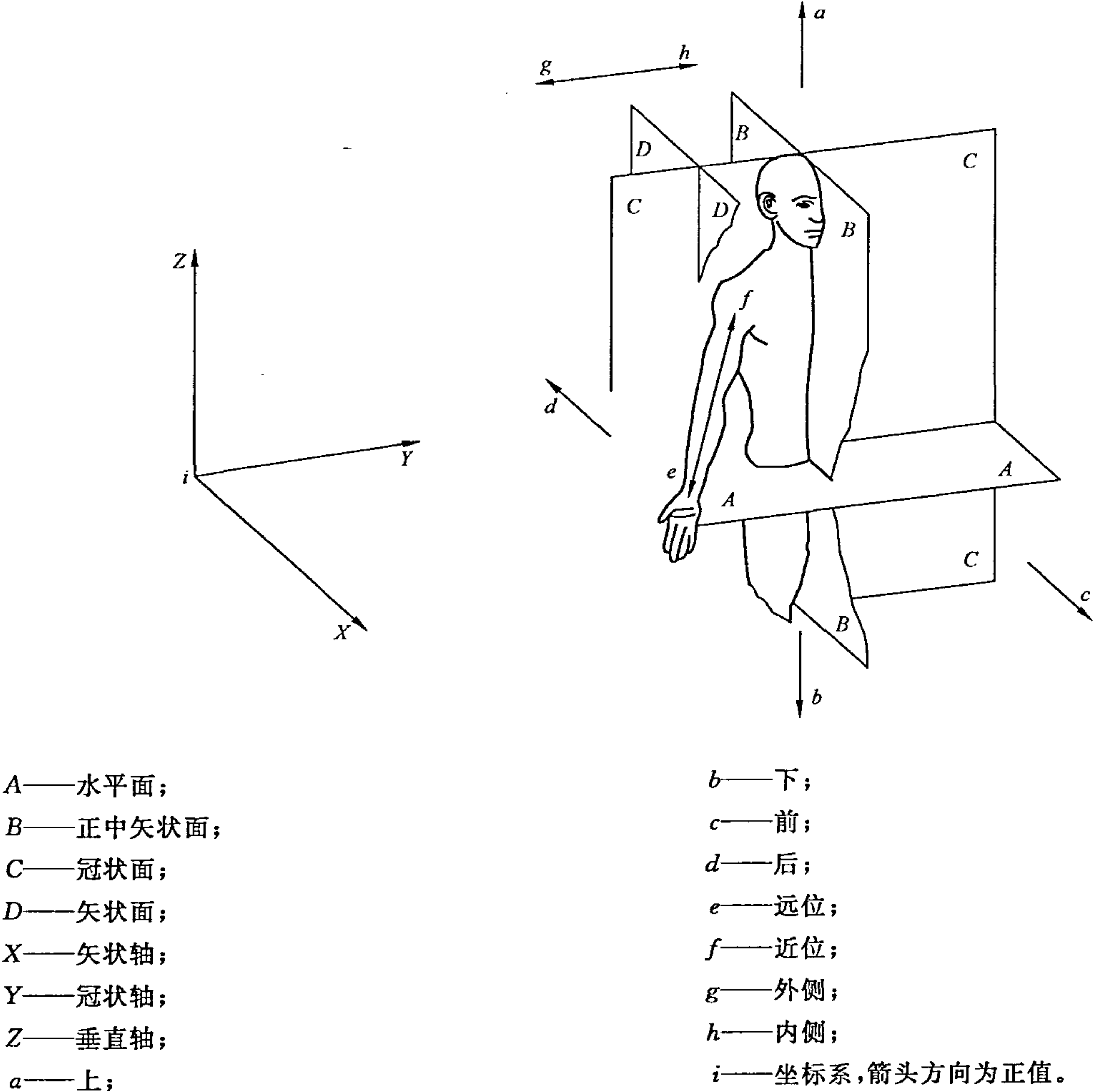


图 A.1 人体的基本平面和轴

A.4 坐标系

不同 CAD 系统所用坐标系不同。因此，计算机人体模型系统的开发者在构建人体模型时指定其所用的坐标系就尤为重要。

A.5 基本姿势

基本姿势是指手掌朝前，头保持直立（即 GB/T 5703—1999 中的法兰克福平面）的立姿。这个姿势是复现关节运动时的起始状态，且除了手的旋前、旋后，该姿势下它们的角度被定义为零度（见 A.6.4）。本节描述的基本姿势仅用于定义人体运动和运动角度，而非人体模型的形态。

角度单位宜使用度(°)。

A.6 关节运动角度定义

A.6.1 屈曲和伸展

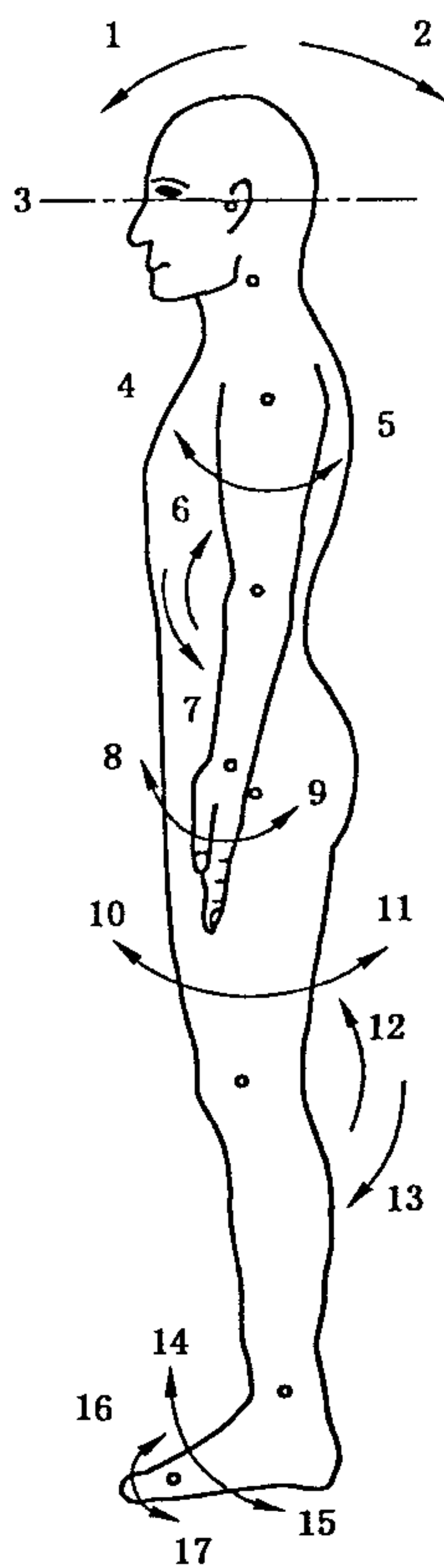
在基本姿势中（见图 A.1），屈曲和伸展定义为在矢状面上的运动。对于头部，上身和髋部，将两个

相邻肢体向前靠近的动作定义为屈曲,将相反方向的运动定义为伸展。对于膝关节和踝关节方向则相反。屈曲用正值(+)表示,伸展用负值(-)表示。见图 A. 2。

除了此系统术语,也使用下列术语:

- 腕关节掌屈:腕的屈曲;
- 腕关节背屈:腕的伸展;
- 踝关节跖屈:踝关节的屈曲;
- 踝关节背屈:踝关节的伸展。

与基本系统不同,肩关节处上臂由外向前的水平运动定义为水平屈曲(+),而反方向的运动定义为水平伸展(-)。同样的定义方法也适用于髋关节处大腿的水平运动(例如,坐姿)。



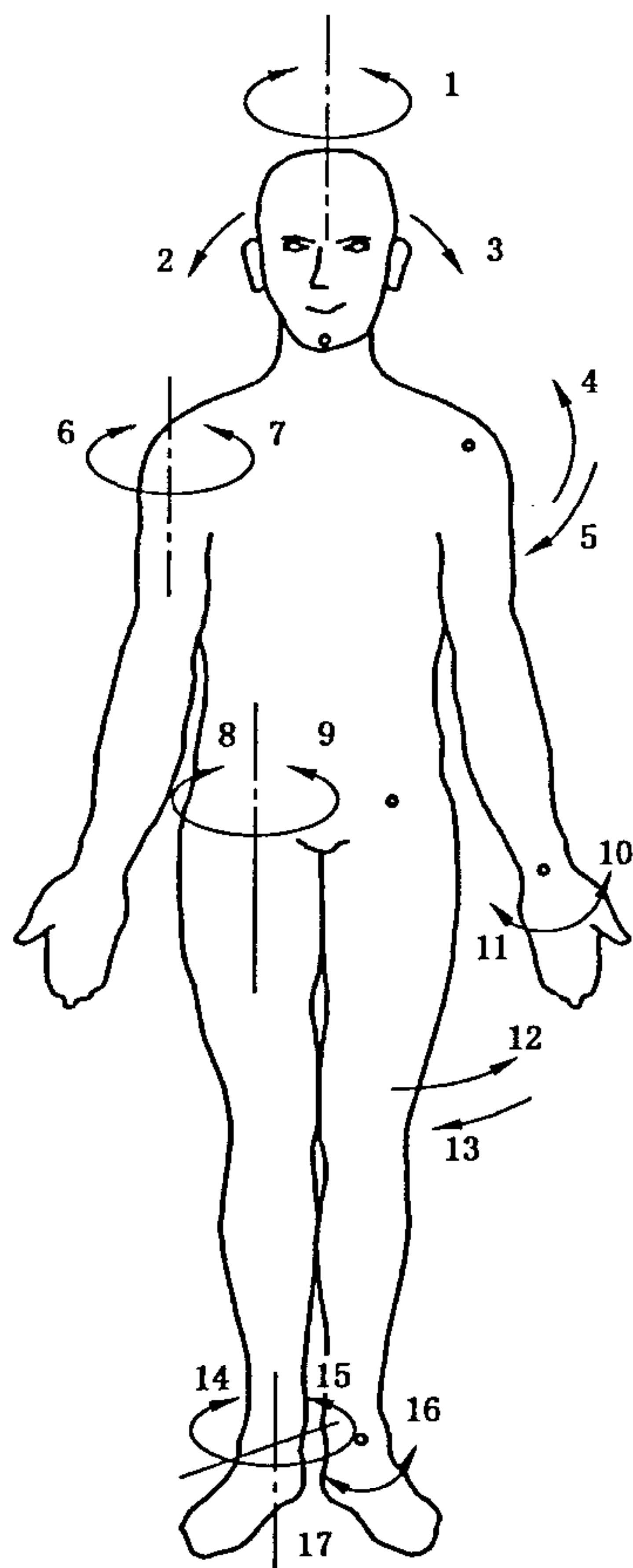
- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1——颈部屈曲(颈部向前弯曲)(+); | 10——髋关节屈曲(+); |
| 2——颈部伸展(颈部向后弯曲)(-); | 11——髋关节伸展(-); |
| 3——法兰克福平面; | 12——膝关节屈曲(+); |
| 4——肩关节屈曲(+); | 13——膝关节伸展(-); |
| 5——肩关节伸展(-); | 14——踝关节背屈(踝关节伸展)(-); |
| 6——肘关节屈曲(+); | 15——踝关节跖屈(踝关节屈曲)(+); |
| 7——肘关节伸展(-); | 16——前足背屈(-); |
| 8——腕关节掌屈(腕关节屈曲)(+); | 17——前足跖屈(+). |
| 9——腕关节背屈(腕关节伸展)(-); | |

注:图中未标出躯干的屈曲和伸展。

图 A. 2 屈曲和伸展的定义

A.6.2 外展和内收

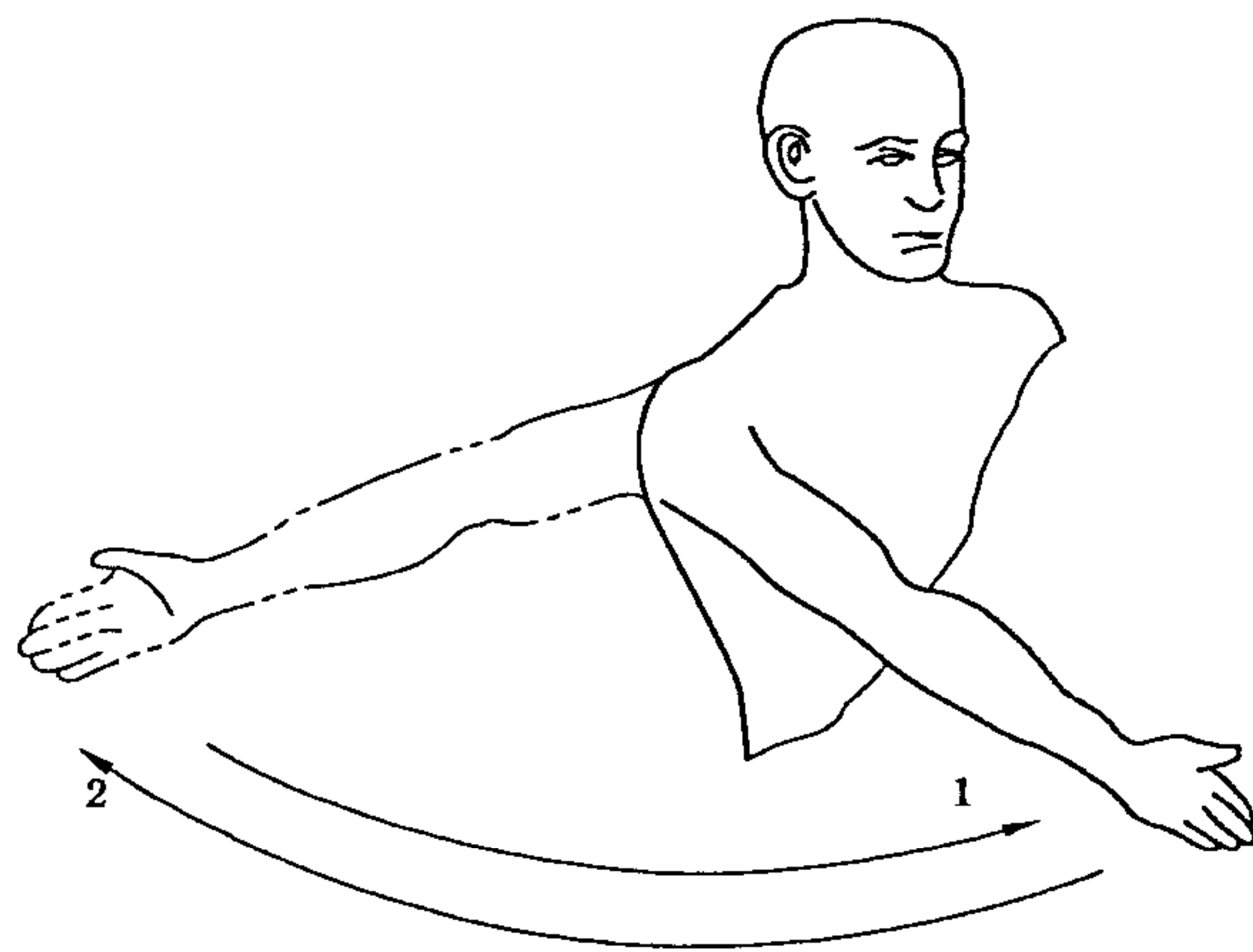
外展和内收运动是指冠状面上的运动。外展是指远离躯干的运动，而内收是指肢体靠近躯干的运动。内收用正值(+)表示，外展用负值(-)表示。见图 A.3 和图 A.4。



- | | |
|----------------|--------------------|
| 1——头(和颈)的转动; | 10——腕关节桡侧屈(外展)(-); |
| 2——头侧屈(侧弯)(+); | 11——腕关节尺侧屈(内收)(+); |
| 3——头侧屈(侧弯)(-); | 12——髋关节外展(-); |
| 4——肩关节外展(-); | 13——髋关节内收(+); |
| 5——肩关节内收(+); | 14——足外展(-); |
| 6——肩关节外旋(-); | 15——足内收(+); |
| 7——肩关节内旋(+); | 16——足外旋(-); |
| 8——髋关节外旋(-); | 17——足内旋(+); |
| 9——髋关节内旋(+); | |

注：图中未标出躯干的侧屈。

图 A.3 基本站姿下的外展、内收、外旋和内旋



1——水平屈曲(+);
2——水平伸展(-)。

图 A.4 上臂在肩关节处的水平屈曲(水平内收)和水平伸展(水平外展)

除了此系统术语,也使用下列术语:

- 腕关节桡侧屈:腕关节的桡侧外展,向桡侧偏转;
- 腕关节尺侧屈:腕关节的桡侧内收,向尺侧偏转。

足的外展是指足以小腿为轴向外侧旋转,反向运动则为足的内收。外展用负值(-)表示,内收用正值(+)表示。这个运动不仅是踝关节的运动,也是髋关节外旋和内旋的结果(立姿时),或者膝关节外旋和内旋的结果(坐姿时)(见 A. 6. 3)。

A. 6. 3 外旋和内旋

肩关节外旋或髋关节外旋是指上臂或大腿绕纵向轴旋转,肢体的前表面远离中心平面,内旋则相反。外旋用负值(-)表示,内旋用正值(+)表示。见图 A. 3。

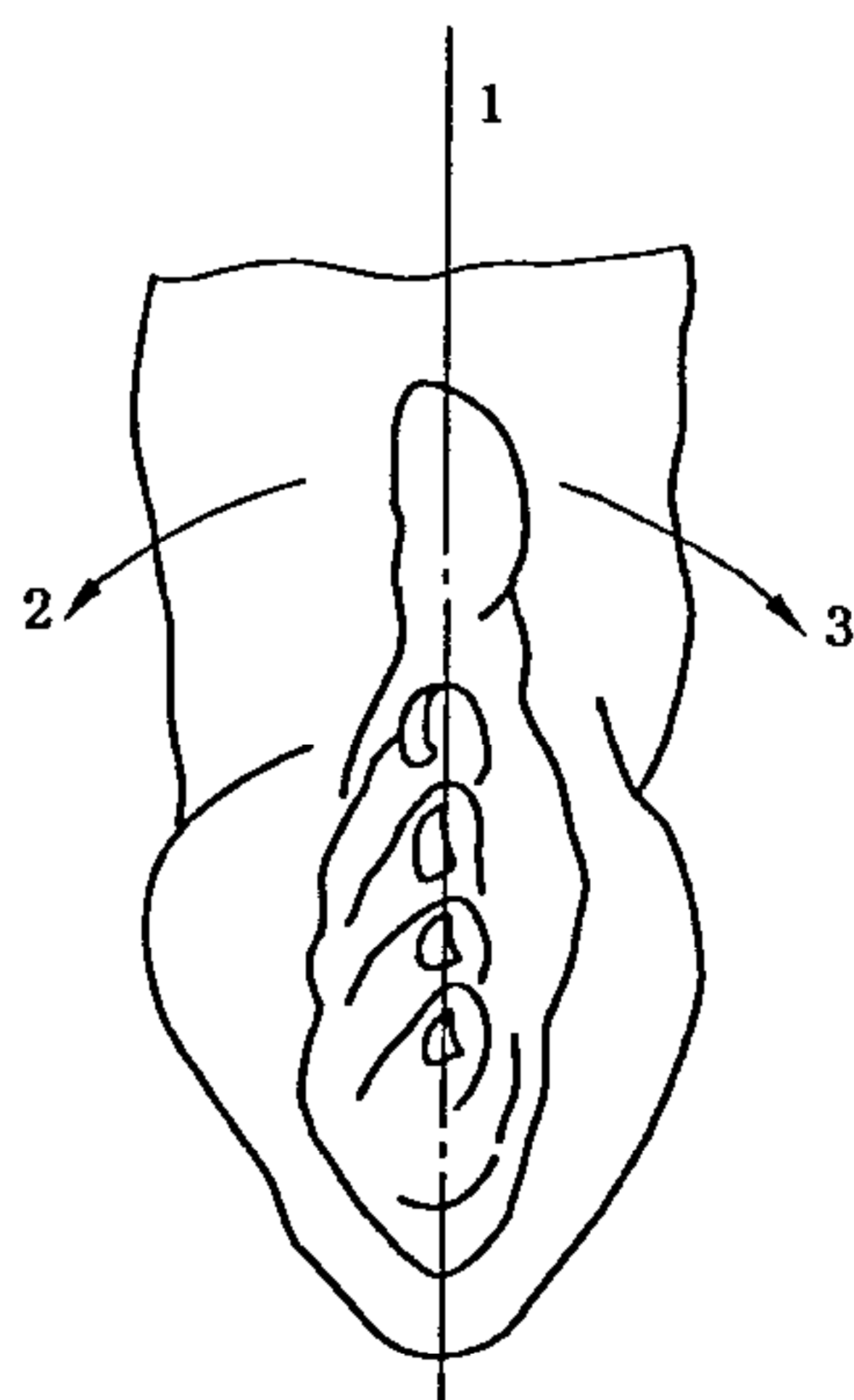
足的外旋是指整个足部在踝关节处绕纵向轴向向外旋转远离中心平面。外旋转用负值(-)表示,内旋转用正值(+)表示。

也用外翻和内翻来表示足的外旋和内旋。外翻是指伸展、外展和旋前的联合,内翻是指背屈、内收和旋后的联合。

A. 6. 4 旋前和旋后

以右手为例,从肘部向前看,手的旋前是指手作逆时针转动。反方向转动则为旋后。手在图 A. 5 所示的中间位置时,角度为零。

足的旋前和旋后是指足绕纵向轴做扭转运动,即前足相对足后跟的运动。旋前是指扭转前足,使足的前表面或上表面向中心平面(向内)移动。旋后则运动方向与此相反。旋前用正值(+)表示,旋后用负值(-)表示。



- 1——中间位置(0度);
- 2——旋后(-);
- 3——旋前(+).

图 A.5 手的旋前和旋后

A.6.5 拇指和四指的运动

A.6.5.1 四指的屈曲和伸展

对于除拇指外的其他四指的屈曲和伸展,其基本规则如图 A.6 所示。

A.6.5.2 四指的外展和内收

在四指的外展和内收中,中指保持不动,起到躯干的作用。这些运动适用于食指、无名指和小指。对于中指本身的运动,则为桡侧外展和尺侧内收。见图 A.6。

A.6.5.3 拇指的屈曲和伸展

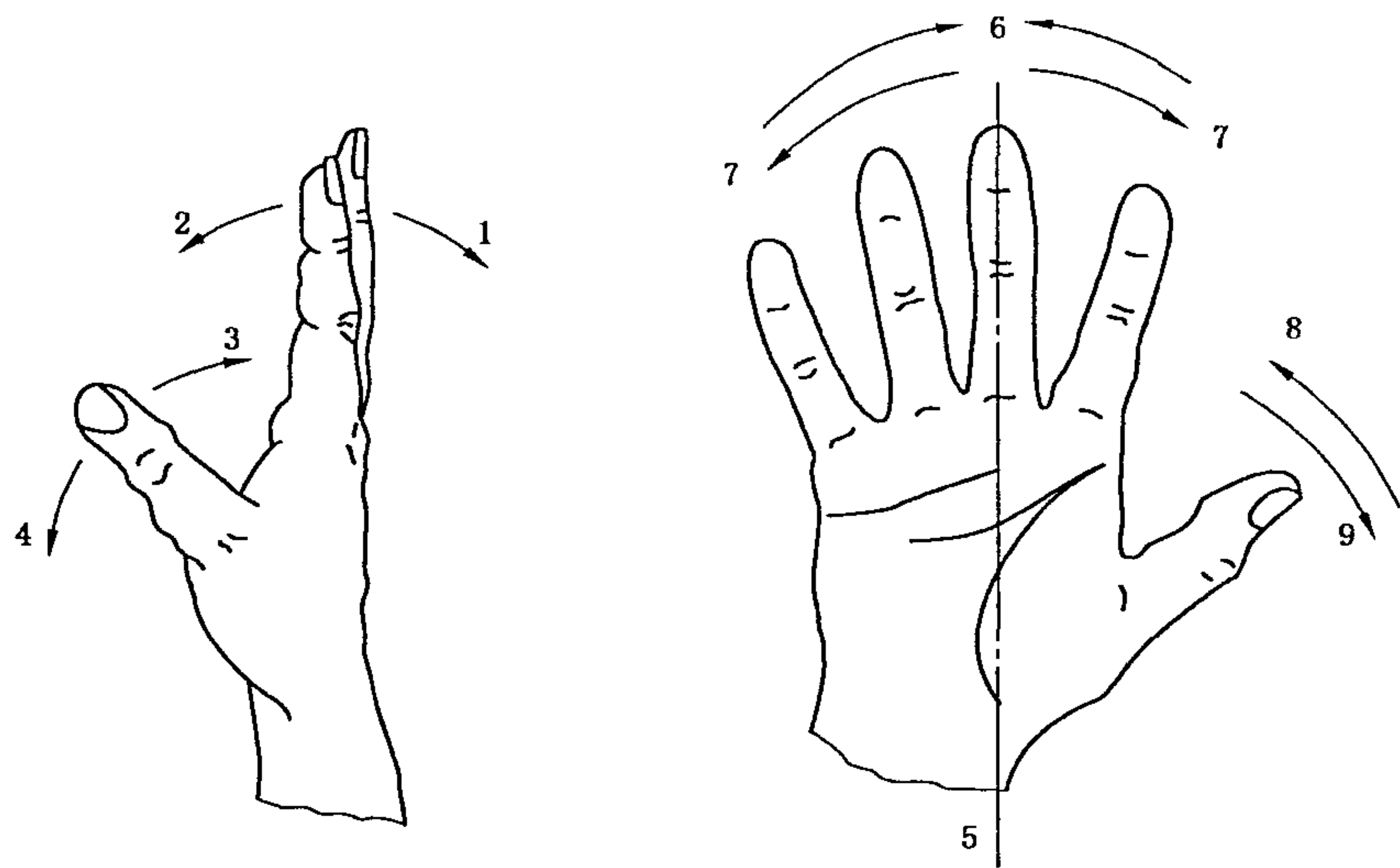
拇指屈曲和伸展的轴与其他四指的轴互相垂直,且其运动平面与手掌平行。见图 A.6。

A.6.5.4 拇指的外展和内收

拇指的外展是指拇指沿垂直手掌方向远离手掌的运动,而内收则是向手掌靠近。见图 A.6。

A.6.5.5 拇指与其他四指的对指

拇指的对指是指拇指指骨向手掌方向的内旋。小指的对指是指小指指骨向手掌方向的轻微内旋。对指用正值(+)表示,反向运动用负值(-)表示。



- 1——四指的伸展(—)；
- 2——四指的屈曲(+)；
- 3——拇指的内收(+)；
- 4——拇指的外展(—)；
- 5——参照线(中指)；
- 6——四指的内收(+)；
- 7——四指的外展(—)；
- 8——拇指的屈曲(+)；
- 9——拇指的伸展(—)。

图 A.6 拇指和四指的运动

A. 6. 6 头、颈和躯干的运动

A. 6. 6. 1 头、颈或躯干的屈曲和伸展

头、颈部或躯干的屈曲(向前弯曲)用正值(+)表示,其伸展(向后弯曲)用负值(—)表示。

A. 6. 6. 2 头、颈和躯干的侧屈

头、颈和躯干向右的侧屈(向外弯曲,体侧屈)用正值(+)表示,向左的侧屈用负值(—)表示。

A. 6. 6. 3 头、颈或躯干的水平转动

头、颈或躯干向右的水平转动(从上往下看为顺时针旋转)用负值(—)表示,向左的水平转动用正值(+)表示。

附 录 B
(资料性附录)
静态测试规则

下面给出了推荐使用的静态尺寸校验测试的一般性方法：

- a) 从目标被测人群中选取若干具有代表性的个体(参见 GB/T 23699—2009)。
 - b) 在每位被测者身上放置标记点(参见 GB/T 5703—1999,第 4 章)。针对每个被测者,根据标记点对所有关注的尺寸进行三次以上的测量(用以估算均值)。测量方法和标记点的描述参见 GB/T 5703—1999。
 - c) 将测得的人体测量数值(每项尺寸 3 个以上观察值的均值)输入到人体建模系统,以生成代表被测个体的计算机人体模型。
 - d) 利用软件提供的工具并参照步骤 b)中给出的标记点,在计算机人体模型上测量同一尺寸参数。如果要计算重复率,则使用同一输入值创建人体模型十次以上,测量每次的输出结果,并计算标准差。
 - e) 利用计算机人体模型系统提供的自动测量软件计算被测者人体尺寸和计算机人体模型尺寸间的误差,以评估人体模型参数和应用程序的准确度。
 - f) 利用计算机人体模型系统提供的自动测量软件计算参数的可重复性,以评估人体建模系统的可重复性(可靠性)。
 - g) 生成报告,总结人体测量值和计算机人体模型系统测量值的准确度和可重复性。
 - h) 用户根据他们的特定应用确定可接受的准确度水平和可重复性水平。
- 当人体模型系统用户需要高水平的准确度时,宜针对所有关键姿势重复执行以上程序。宜至少评估立姿、坐姿和最关键的工作姿势,以确保人体模型系统能够达到预期所需的准确度。

参 考 文 献

- [1] 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)
 - [2] GB/T 23699—2009 工业产品及设计中人体测量学特性测试的被试选用原则(ISO 15537:2004,MOD)
 - [3] ISO 14738:2002, Safety of machinery—Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery
 - [4] EN 547-3:1997, Safety of machinery—Human body measurements—Part 3: Anthropometric data
 - [5] EN 614-1:2006, Safety of machinery—Ergonomic design principles—Part 1: Terminology and general principles
 - [6] EN 1005-1:2001, Safety of Machinery—Human physical performance—Part 1: Terms and definitions
 - [7] EN 1005-4:1998, Safety of machinery—Human physical performance—Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery
-

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2部分:计算机人体模型
系统的功能检验和尺寸校验
GB/T 23702.2—2010/ISO 15536-2:2007

*

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

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 1.25 字数 31 千字
2011年7月第一版 2011年7月第一次印刷

*

书号: 155066·1-42709

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 23702.2-2010