

人体尺寸数据库的界面设计

张志鑫, 庄达民, 王睿, 张磊

(北京航空航天大学人机与环境工程系, 北京 100083)

摘要: 人体尺寸数据具有很广泛的实用性。本数据库收集了中国陆军、飞行员、普通公民等群体的人体静态和动态尺寸数据以及一些人体尺寸计算公式。为了让用户能方便高效地使用这些数据, 进行了人体尺寸数据库的开发和界面设计, 用户可以根据自己的需要, 按数据类别或者按人体示意图的方式进行数据查询。为使人体尺寸数据库与国内外软件兼容, 以 CATIA 软件为例介绍了中间文件的生成方法。

关键词: 人机与环境工程; 人体尺寸; 数据库; 界面设计

中图分类号: TB18 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-2850(2008)05-0153-5

Interface design of human dimensions database

ZHANG Zhixin, ZHUANG Damin, WANG Rui, ZHANG Lei

(Department of Human-machine Environment Engineering, Beihang University,
Beijing 100083)

Abstract: Human dimensions have broad practicability, in order to let the users use these data conveniently, a database of human dimensions has been established and interface design has been accomplished. The database has collected the static and dynamic human dimensions of army, pilot and common citizens and some formulas of human dimensions. The users can find the data by the data class or sketch maps of human body according to their own requirement. To make the database compatible with domestic and foreign software, a generation method of middle documents has been introduced by CATIA.

Key words: man-machine and environmental engineering; human dimension; database; interface design

0 引言

就人体尺寸数据库而言, 在国外, 尤其是发达国家都已建立起十分完善的数据库系统, 并且在人机工效学以及各种产品研制方面起着非常重要的作用。如 NASA 资助开发的人机系统评价软件 JACK 使用了上万人的身体测量数据, 我国航空界广泛使用的人机系统设计评价软件 CATIA 获得了五个国家的人体尺寸数据支撑。我国先后引进了 JACK 和 CATIA 等发达国家的人机工效分析软件并在各领域人机工效分析上发挥了重要作用。但由于我国尚未建立通用的人体尺寸数据库, 还没有充分发挥出这些软件的功能和作用。

本文建立了包括中国陆军、飞行员、普通公民等群体的通用人体尺寸数据库。该数据库已与 JACK、CATIA 等国内外软件兼容, 并在人体模型应用中发挥出作用。

1 数据库基本概念

数据库技术涉及到许多基本概念, 主要包括数据、数据处理、数据库、数据库管理系统以及数据库系统等。

数据库是与特定主题或目的相关的数据集合。数据库可以直观地理解为存放数据的仓库, 只不过

基金项目: 高等学校博士学科点专项科研基金 (20030006020); 国家自然科学基金 (03B53003)

作者简介: 张志鑫 (1982-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 人机与环境系统计算机仿真

通信联系人: 庄达民, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 人机与环境工程, E-mail: zhangleibuaa@126.com

这个仓库是在计算机的大容量存储器上（例如硬盘就是一种最常见的计算机大容量存储设备）。而且数据必须按照一定的格式存放，因为它不仅需要存放，而且还要便于查找。

可以认为数据库是被长期存放在计算机内，有组织的、可以表现为多种形式的、可共享的数据集合。数据库技术使数据能按一定格式组织、描述和存储，且具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性，并可为多个用户所共享。

数据库管理系统是对数据库进行管理的系统软件，它的职能是有效地组织和存储数据、获取和管理数据、接受和完成用户提出的访问数据等各种请求。

数据库管理系统主要功能包括以下几个方面^[1]：

① 数据定义功能。如通过数据定义语言 DDL(Data Definition Language) 可以方便地对数据库、表、索引等进行定义。

② 数据操纵功能。如通过数据定义语言 DDL 对数据库表中数据进行查询、插入、删除和修改。

③ 数据库运行控制功能。这是数据库的核心部分，它包括并发控制（即处理多个用户同时使用某些数据时可能产生的问题）、安全性检查、完整性约束条件的检查和执行、数据库的内部维护（例如索引的自动维护）等。所有数据库的操作都要在这些控制程序的统一管理下进行，以保证数据的安全性、完整性以及多个用户对数据库的并发使用。

④ 数据库的建立和维护功能。包括数据库初始数据的输入、转换功能，数据库的转储、恢复功能，数据库的重新组织功能和性能监视、分析功能等。这些功能通常是由一些实用程序完成的。它是数据库管理系统的一个重要组成部分。

⑤ 数据库系统。数据库系统是指拥有数据库技术支持的计算机系统。

2 人体尺寸数据库的设计

数据库技术要解决的问题就是如何科学地组织和存储数据，如何高效地获取和处理数据。处理数据的目的之一是从大量原始数据中抽取、推导出对人们有价值的信息作为行动和决策的依据；目的之二是借助计算机科学地保存和管理复杂而大量的数据，让人们能够方便而充分地利用这些宝贵的信息资源。最终的数据库系统应可以实现有组织、动态地存储大量相关数据，提供数据处理和信息资源共享服务等功能。

目前，有关数据库设计的软件主要有 Access、SQL Server、Oracle、Sybase 等。本文选择 Microsoft Access 2000 作为数据库管理系统，因其具有如下优点^[2]：

- ① 专门为客户机/服务器结构设计，提高了系统的执行效率；
- ② 支持本地和远程的系统管理和配置，且安全性较好；
- ③ 采用的 TRANSACT-SQL 查询语言与 ANSI SQL 完全兼容；
- ④ 由于多种开发工具可通过 ODBC 访问它，各模块可用不同的工具开发，具有较高的灵活性；
- ⑤ Microsoft Access 2000 可以在 Win2000 或 WinXp 下运行，和其他版本兼容，使升级更方便；
- ⑥ 强大的事务处理功能，采用了各种方法保证数据的完整性；
- ⑦ 友好的界面为操作提供良好环境。

3 人体尺寸数据库的界面设计和使用方法

图 1 为数据库系统基本内容。数据库管理包含了对旧数据的更新及对新数据的增添等；数据查询可以按照人体尺寸数据类别形式查询，也可以按照人体示意图形式查询，以满足不同使用者的需求；数据应用除了人体数据的直接应用外，还包含了与人体模型软件的兼容。

3.1 数据查询

- (1) 分类数据查询

该查询模块包括静态人体尺寸和动态人体尺寸二大模块。静态人体尺寸又分为军人人体尺寸（暂不对外）、男飞行员（国军标）人体尺寸、普通公民（国标）男子人体尺寸及女子人体尺寸等。动态人体尺寸则分为 NASA 最大力矩系数数据、人体活动范围数据以及人体模板三个模块。

以男子人体尺寸数据查询为例，进入数据库后点击男子人体尺寸“所有数据”按钮，将显示如图 2 所示的该类人员所有测量项目的人体尺寸数据。此窗体配有滚动条，用户可以通过拖动滚动条对其中的数据进行浏览。在右上角处设置了一个关闭该窗口的按钮，在数据显示窗下设置了八个功能按钮，这八个按钮都是为了方便用户对数据进行查询而设置的，点击它们将分别对数据表中所有记录的最大值、最小值、均值、标准差、P5、P50 以及 P95 进行查询。如点击查询“最小值”时，将单独显示人体尺寸数据的最小值，查询结果如图 3 所示。在界面下部还设置了所有测量项目及任意百分位数据查询按钮。

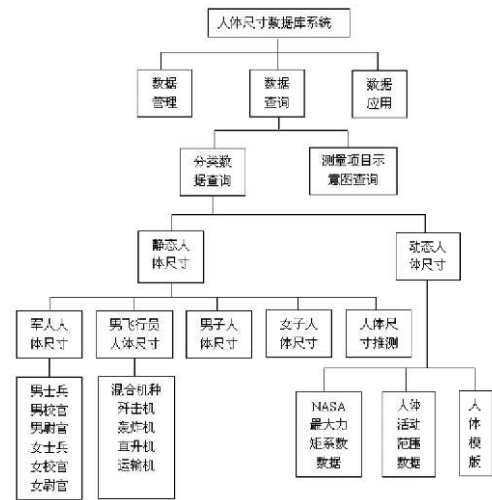


图 1 人体尺寸数据库系统
Fig. 1 Database system of human dimension

ID	测量项目	项目定义	最小值	最大值	均值	标准差	P5	P50	P95
1	净高	GB/T ...	40	95	61	8	50	60	75
2	身高	GB/T ...	1620	1924	1696	48	1... 1692	1783	
3	颈下点高	GB/T ...	1370	1684	1472	45	1... 1467	1554	
4	胸上点高	GB/T ...	1241	1678	1384	44	1... 1380	1461	
5	肩高	GB/T ...	1257	1588	1392	44	1... 1376	1451	
6	坐姿点高	GB/T ...	968	1236	1096	37	1... 1083	1132	
7	坐姿坐高	GB/T ...	729	970	827	33	777	826	884
8	坐姿膝高	GB/T ...	643	894	750	32	700	749	809
9	中指指尖高	GB/T ...	510	772	649	32	595	648	699
10	肘高	GB/T ...	921	1208	1056	37	952	1033	1101
11	肘高宽	GB/T ...	816	1100	971	36	958	919	984

图 2 男子人体尺寸数据库所有数据查询界面
Fig. 2 Inquiry interface of database system including male human dimension data

ID	测量项目	最小值
1	净高	40
2	身高	1620
3	颈下点高	1370
4	胸上点高	1241
5	肩高	1257
6	坐姿点高	968
7	坐姿坐高	729
8	坐姿膝高	643
9	中指指尖高	510
10	肘高	921
11	肘高宽	816
12	卷肘高	633

图 3 男子人体尺寸数据库最小值查询结果
Fig. 3 Inquiry result of minimum in the male human dimension database system

在动态人体尺寸中收集了 NASA 研究人员通过大量的试验建立的肌肉动态力量模型及相关数据。这些数据用途较广，在人体模型计算中可用于理论计算和实验结果的比较。

NASA 研究人员采用孤立地测量关节力矩的办法，即通过试验设备限制人体关节只能按照限定的自由度的方向运动，按照人体运动的习惯将关节转动的角速度由慢到快分成四档：60°/s、120°/s、180°/s、240°/s，对每一档角速度分别测量该关节在当前自由度和角度下的最大力矩值^[3~4]。用这种方法，对人体关节的所有转动方向进行了试验，将试验结果进行回归化分析，建立了某一关节在某一转动方向上，按照一定的角速度转动时最大力矩计算公式。图 4 为 NASA 最大力矩的计算界面，说明栏中介绍了最大力矩计算公式、单位及各变量含义。输入栏中选择具体的关节、转动方向、角速度及角度值后，点击“计算”按钮，就可以计算出用户所需要的最大力矩值。

关节	转动方向	角速度	系数a	系数b	系数c
肩	前屈	90	2.11222e+001	2.88321e+001	-1.75931e+002
肩	侧屈	150	2.18410e+001	2.88321e+001	-1.75931e+002
肩	内收	150	2.43105e+001	1.46549e+001	-1.74157e+002
肩	外展	240	2.97820e+001	2.64624e+002	1.62011e+002
肘	伸	30	3.53152e+001	5.38200e+002	-1.75007e+002
肘	屈	120	2.94138e+001	6.47274e+002	-1.32577e+002
腕	伸	150	2.18410e+001	2.18986e+001	-1.17024e+002
腕	屈	240	3.09882e+001	-1.24307e+001	1.87704e+004
腕	外展	90	6.13765e+001	-2.53817e+001	-1.24956e+002
腕	内收	120	6.63607e+001	-1.68310e+002	-2.10043e+002
腕	外展	150	6.52400e+001	-5.63558e+001	1.12474e+003
腕	内收	240	7.09668e+001	-2.65528e+001	0.14722e+003

图 4 NASA 最大力矩计算
Fig. 4 Calculation of the maximum moment according to NASA

(2) 测量项目示意图查询

考虑到人体尺寸数据库有不同层次水平的用户，部分用户对人体尺寸各测量项目的定义并不是很清楚，为了满足这一部分使用者的需求，该模块以图文并茂的方式向用户介绍人体各测量项目。

该模块使用的人体测量项目示意图来自国军标 GJB 4856—2003^[5]，是针对男飞行员人体尺寸的测量项目示意图。主要是考虑到该测量项目较其它人员测量项目更为完善和齐全。其共有人体测量项目 305 项，分别为头部测量项目 53 项、立姿测量项目 162 项、坐姿测量项目 39 项以及手部和足部测量项目 50 项。

图 5 为测量项目示意图查询界面。界面上部分别为头部测量项目、立姿测量项目、坐姿测量项目以及手部和足部测量项目。如在头部测量项目中选中“头最大长”，在测量项目示意图中将显示头部测量项目内容，在右侧的编辑框中则显示“头最大长”的定义，最后在下方的列表框中显示各类人员“头最大长”项的数据（如果没有某类人员或缺某项数据，说明数据库中暂缺此数据），这样用户就可以全面地了解此项目测量内容及含义了。

3.2 数据应用

目前，人机工效分析软件的核心是人体模型及基于人体运动学和动力学模型等开展的人体用力、受力计算与舒适性分析等^[6]。因此，可以说人体尺寸数据库是人机工效分析软件的应用基础。

国内飞机设计厂所广泛应用的 CATIA 软件是法国 Dassault System 公司的 CAD/CAE/CAM 一体化软件，居世界 CAD/CAE/CAM 领域的领导地位。然而，CATIA 只提供了 American、Canadian、French、Japanese 和 Korean 这 5 种缺省文件，要最大限度发挥 CATIA 软件的作用就必须调用中国人体尺寸数据库。其方法是利用 SWS 文件生成模块来获得不同百分位飞行员（以飞机设计为例）的人体模型文件，利用 CATIA 的自定义数据库将人体文件导入 CATIA 设计环境。

图 6 为 SWS 文件输出界面。使用者首先选择本数据库人体静态尺寸，然后输入所需对象的百分位数，点击输出 SWS 文件按钮后在列表控件中显示人体测量数据，并将尺寸数据填入 SWS 文件的相应段中，生成的 SWS 文件命名为<P><百分位数><字库名>。

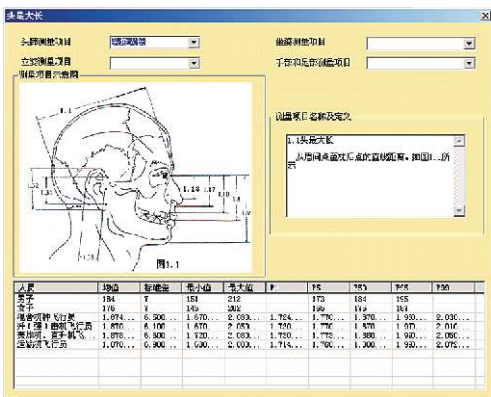


图 5 人体测量项目示意图查询界面
Fig.5 Inquiry interface of sketch for human measurement item



图 6 输出 CATIA 人体模型 SWS 文件
Fig.6 Export SWS document of human model creating in CATIA

图 7 为 CATIA 软件中人体模型文件导入界面（图中导入了第 5、第 50 和第 95 百分位混合机种飞行员人体模型文件），图 8 为 CATIA 环境下三种中国人体模型。

获得了人体模型文件，就可以在 CATIA 环境下，以待分析设备或操作环境为父对象，插入人体模型，调用 Human Posture Analysis（人体模型姿态分析）和 Human Activity Analysis（人体运动分析）两个子模块进行作业域工效设计和分析。

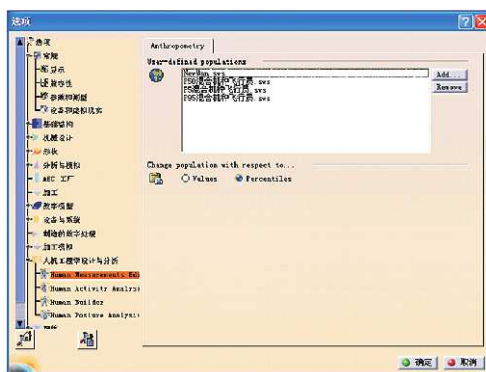


图 7 CATIA 人体模型文件导入界面
Fig.7 Interface of importing human model creating in CATIA

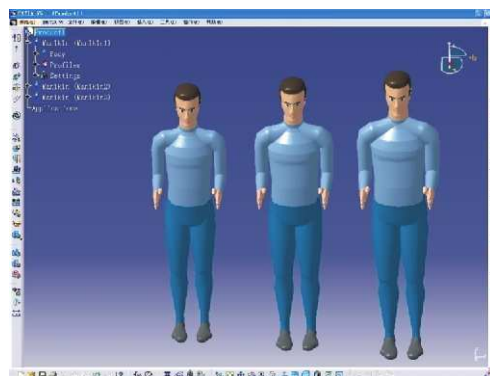


图 8 CATIA 中 3 个百分位飞行员人体模型
Fig.8 Human model of three percentile pilot creating in CATIA

4 结论

人体尺寸数据库构建中数据库内容的充实和界面的友好设计至关重要。

本数据库人机界面本着方便使用的原则设计了按照人体尺寸数据类别形式查询和按照人体示意图形式查询方式，在数据库和国外软件兼容方面也推出了连接文件格式。今后将在现有工作的基础上继续考虑数据库和国内外人体模型软件兼容问题。

[参考文献] (References)

- [1] 陶宏才. 数据库原理及设计[M]. 北京：清华大学出版社，2004.
TAO H C. Database theory and design[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2004. (in Chinese)
- [2] 胡绪英. Access2002 数据库技术及应用[M]. 北京：科学出版社，2003.
HU X Y. Database technology and applications of Access2002[M]. Beijing: Science Press, 2003. (in Chinese)
- [3] PANDYA A K, HASSON S M. Correlation and prediction of dynamic human isolated joint strength from lean body mass[R]. American: National Aeronautics and Space Administration, TP-3207, 1992.
- [4] PANDYA A K, MAIDA A M, HASSON S M, et al. The validation of a human force model to predict dynamic forces resulting from multi-joint motions[R]. American: National Aeronautics and Space Administration, TP-3206, 1992.
- [5] GJB 4856-2003. 中国男性飞行员人体尺寸[S]. 北京：中国人民解放军总装备部，2003.
GJB 4856-2003. Chinese male pilots body size[S]. Beijing: Chinese People's Liberation Army General Armament Department, 2003.
- [6] 袁修干, 庄达民, 张兴娟. 人机工程计算机仿真[M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2005.
YUAN X G, ZHUANG D M, ZHANG X J. Simulation of human machine engineering[M]. Beijing: Press of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2005. (in Chinese)