



航空人体测量学

Aviation Anthropometry

刘宝善 王兴伟 著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

航空人体测量学

Aviation Anthropometry

刘宝善 王兴伟 著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书首次提出“航空人体测量学”这一分支学科名称,并给出了广义“人体测量学”以及广义和狭义“航空人体测量学”的定义。从理论上对航空人体测量学所涉及的主要内容进行了阐述,包括二维人体尺寸测量、三维人体尺寸测量、人椅系统重心测量、人体惯性参数测量以及肩带惯性强制拉紧机构人体耐受参数测量等内容;从应用方面介绍了作者编写的14项人体测量方面的国家军用标准及其主要技术内容说明,是该分支学科在我国航空领域应用的典型范例。

本书是航空飞行器、人机工程、工效学、生物医学工程等领域的科研、工程技术、教师以及学生等人员从事研究、设计、教学所需的重要理论参考和主要标准依据。

图书在版编目(CIP)数据

航空人体测量学/刘宝善,王兴伟著. --北京:

北京航空航天大学出版社, 2014.6

ISBN 978-7-5124-1526-3

I. ①航… II. ①刘… ②王… III. 航空航天医学-人体测量(运动医学) IV. ①R857.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 080850 号

版权所有,侵权必究。

航空人体测量学

Aviation Anthropometry

刘宝善 王兴伟 著

责任编辑 张楠 王松

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编:100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316524

北京兴华昌盛印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:889×1194 1/16 印张:26 字数:879 千字

2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5124-1526-3 定价:99.00 元

作者简介



刘宝善，1942年11月6日出生，辽宁省鞍山市人。1961年7月入伍，毕业于中国人民解放军第四军医大学空军医学系，大学本科学历。现任中国人民解放军空军航空医学研究所研究员、博士生导师、文职二级，兼任中国人类工效学学会副理事长和秘书长、全国人类工效学标准化技术委员会委员、全军武器装备科技奖评审委员会委员。获国家和军队科技进步奖16项，出版专著3部、参编8部、主审1部，在国内外杂志上发表学术论文100余篇，负责和参加制定国家军用标准40余项。经党中央、国务院、中央军委批准，终生享受国务院政府特殊津贴，被评为“全国军用标准化工作先进个人”、“空军首批高层次科技人才”，荣获“人-机-环境系统工程研究个人终生成就奖”，荣立三等功3次。

王兴伟，1965年12月出生，山东莒南人。先后毕业于山东大学和北京航空航天大学，获工学博士学位，博士后。1990年硕士研究生毕业入伍，现任中国人民解放军空军航空医学研究所第三研究室主任、高级工程师，文职三级，兼北京航空航天大学硕士生导师、中国人类工效学学会常务理事、中国人类工效学学会生物力学专业委员会副主任委员、中国系统工程学会人-机-环境工程专业委员会委员、中国航空学会航空电子与空中交通管理分会委员，空军高级专业技术资格评审委员会委员、空军高层次科技人才。获国家和军队科技进步奖6项，参编专著1部，发表学术论文60余篇，参加制定国家军用标准16余项。荣立个人三等功1次。



此书诚献给：

中国人民解放军空军航空医学研究所

建所六十周年

中国人民解放军第四军医大学

建校六十周年

序

“人体测量学”自 1870 年创立以来,至今已走过 140 多年的历程。这门新兴学科发展到 20 世纪,还仅仅局限在“测量人体各部尺寸”上。随着高科技的飞速发展,航空工业呈现出跨代式的发展趋势。就战斗机而言,现在已由第三代发展到第四代。其人机界面的设计和研制不仅仅需要相关的人体尺寸数据,而且更需要人体其他数据,诸如人体质量、质心位置、转动惯量及人体对外来力的耐受参数等。空军航空医学研究所自 1998 年起,除了对飞行员进行了第三次大样本二维人体尺寸测量外,为满足空军武器装备发展的要求,对飞行员相继开展了人体静态三维尺寸测量、惯性参数测量、人椅系统重心测量、人体惯性参数测量及弹射座椅肩带惯性强制拉紧机构人体耐受参数测量等研究和实测工作。依据这些研究成果和测量数据,先后制定和修订了 14 项国家军用标准,经中国人民解放军总装备部批准发布和实施。这些标准在航空武器装备多个型号中得到了充分应用,为空军新型武器装备研制提供了重要的设计依据。

上述研究成果充分证明了“人体测量学”在航空领域里占有重要的独特地位,其学科内容也独具特点。这样,“航空人体测量学”作为“人体测量学”的一个分支学科势必应运而生。我非常高兴地看到《航空人体测量学》这部学术专著正式出版发行。这部专著的出版标志着在“人体测量学”领域里一个新的分支学科——“航空人体测量学”的诞生,具有重要的学术意义。

该书分“理论篇”和“应用篇”是其独到之处,体现了理论联系实际的原则。在“应用篇”,介绍了该分支学科在我国实际应用的典型范例,具有可理解性和可操作性,体现出我国在这门分支学科领域里所独具的特色,具有重要的实用价值。

我祝贺这部学术专著正式出版发行。希望该书的出版发行,能为国内外航空飞行器、人机工程、工效学、生物医学工程等领域的科研、工程技术、教师以及学生等人员从事研究、设计和教学提供重要的理论参考和主要标准依据。

中华医学会航空航天医学分会主任委员
空军航空医学研究所所长、研究员

罗永昌

2014 年 6 月于北京

前 言

人体测量尽管可以追溯到 2000 多年前的远古时期,但最早对这门学科命名和定义的是比利时数学家 Quillet。他于 1870 年出版了《人体测量学》一书,创建了这门学科。从创立到 1940 年这几十年的时间里,这门学科尚未走出理论阶段。直到 1940 年,某些工业领域的应用促进了人体测量学的发展,尤其是第二次世界大战推动了人体测量学在军事工业上的应用,使这门学科开始从理论学科进入应用学科。所以说,人体测量学还是一门新兴学科。

1870 年 Quillet 给“人体测量学”所下的定义还是仅仅局限在“测量人体各部位尺寸”上,可以认为是“人体测量学”的狭义定义。随着高科技的飞跃发展,许多高精尖设备和产品层出不穷。这些高精尖设备和产品的人机界面的设计和研制不仅需要相关的人体尺寸数据,而且更需要人体其他参数,诸如人体质量、质心位置及转动惯量等。也就是说,高科技的飞跃发展对人体测量学提出了更高的要求。为了适应这一需求,本书首次给“人体测量学”下了广义的定义。

把人体测量学从理论学科推进到应用学科,航空工业发展的需求起到了首要的作用。尤其是在现代,各种飞机的性能呈现出跨代式的发展。就战斗机而言,现在已由第三代发展到第四代。在这种发展态势下,人体测量学在航空领域里便占有重要的独特地位,其学科内容也独具特点。这样,“航空人体测量学”作为“人体测量学”的一个分支学科势必应运而生。为适应这一发展趋势,本书首次为这一分支学科命名,并给出这一分支学科狭义和广义两个定义。

综上所述,本书的独特之处在于:其一,首次提出“航空人体测量学”这一分支学科名称;其二,首次给出广义的“人体测量学”和狭义及广义的“航空人体测量学”三个定义。这是本书对“人体测量学”学科发展做出的突出贡献,具有重要理论意义和实用价值。

本书分为“理论篇”和“应用篇”两个部分。在“理论篇”,对广义的“航空人体测量学”所涉及的内容分别从理论上加以阐述,以使读者从概念上对这门分支学科有所理解,为“应用篇”做好理论上的先导和铺垫;在“应用篇”,介绍了该分支学科在我国实际应用的典型范例,具有可理解性和可操作性,体现出我国在这门分支学科领域里所独具的特色。

本书“应用篇”列出的 14 项国家军用标准,是国内多个单位的多位同志共同协作制定的。在此,对这些单位和同志表示衷心感谢。刘何庆同志在著书过程中给予了很大的帮助,付出了辛勤的劳动,在此一并致谢。

刘宝善

2013 年 11 月于北京

目 录

理论篇

第 1 章 绪 论	3
第 2 章 二维人体尺寸测量	4
2.1 二维人体尺寸测量的内容	4
2.2 二维人体尺寸测量的仪器和方法	4
2.2.1 二维人体尺寸测量仪器	4
2.2.2 二维人体尺寸测量方法	5
2.3 我国二维航空人体尺寸测量的发展成就	7
2.3.1 第一次大样本人体尺寸测量	7
2.3.2 第二次大样本人体尺寸测量	8
2.3.3 手部数据测量	8
2.3.4 摄像法人体尺寸测量	8
2.3.5 为修订座椅尺寸有关标准而开展的测量	8
2.3.6 第三次大样本人体尺寸测量	8
第 3 章 三维人体尺寸测量	10
3.1 三维人体尺寸测量的定义	10
3.2 三维人体尺寸测量的仪器和方法	10
3.2.1 三维测量技术	10
3.2.2 三维扫描测量标准	11
3.2.3 典型三维扫描测量仪器	12
3.3 三维人体尺寸测量结果的处理	15
3.3.1 单一个体三维扫描测量结果的处理	15
3.3.2 三维扫描测量结果的二维人体尺寸提取	16
3.3.3 三维扫描测量结果的聚类分型	17
3.4 三维人体尺寸测量的发展展望	18
3.4.1 三维人体尺寸测量的优缺点	18
3.4.2 三维人体尺寸测量与二维人体尺寸测量的关系	19
3.4.3 三维人体尺寸测量的发展展望	19
第 4 章 人椅系统重心测量	20
4.1 飞行员人体参数测量	20
4.1.1 飞行员人体参数选择	20
4.1.2 飞行员人体参数测量	20
4.2 人椅系统重心测量与计算方法	20
4.2.1 人椅系统重心测量设备	20
4.2.2 人椅系统重心测量原理	21
4.2.3 人椅系统重心测量方法	22
4.3 人椅系统重心数据回归分析	23
4.3.1 回归分析的必要性	23
4.3.2 回归分析结果	24

4.4 人椅系统重心分布规律	24
4.4.1 人椅系统重心分布规律及曲线方程	24
4.4.2 人椅系统重心分布椭圆曲线求解	26
4.5 动力稳定调节技术	29
第5章 人体惯性参数测量	31
5.1 二维质心的三支点测量	31
5.2 一维或二维质心的四支点测量	32
5.3 人体转动惯量测量	33
第6章 肩带惯性强制拉紧人体耐受参数测量	35
6.1 自动拉力适宜值测量	35
6.2 人体耐受参数测量	35

应用篇

引 言	39
GJB 4856—2003 中国男性飞行员人体尺寸	40
GJB 4856 重要技术内容说明	177
GJB 20A—2006 飞行员个体防护救生装备号型	182
GJB 20A 重要技术内容说明	190
GJB 19B—2007 歼(强)击机座椅几何尺寸	193
GJB 19B 重要技术内容说明	202
GJB 1124A—2007 握杆操纵中手部数据和手指功能	205
GJB 1124A 重要技术内容说明	210
GJB 35B—2008 歼(强)击机座舱几何尺寸	211
GJB 35B 重要技术内容说明	226
GJB 36A—2008 飞行员人体模板设计和使用要求	228
GJB 36A 重要技术内容说明	238
GJB 6851.1—2009 轰炸机和运输机舱室尺寸系列	241
GJB 6851.1 重要技术内容说明	263
GJB 6851.2—2009 轰炸机和运输机舱室尺寸系列	265
GJB 6851.2 重要技术内容说明	270
GJB 6895—2009 男性飞行员人体惯性参数	272
GJB 6895 重要技术内容说明	284
GJB 6896—2009 男性飞行员人体静态三维尺寸	288
GJB 6896 重要技术内容说明	345
GJB 7513—2012 肩带惯性强制拉紧机构人体耐受参数	349
GJB 7513 重要技术内容说明	356
GJB 7514—2012 飞行员救生伞背带系统基本尺寸	358
GJB 7514 重要技术内容说明	373
GJB 307A—2012 歼(强)击机座舱视野和主仪表板视区	375
GJB 307A 重要技术内容说明	384
GJB 1471A—2012 军用直升机座舱几何尺寸	387
GJB 1471A 重要技术内容说明	403

理 论 篇

第1章 绪 论

人体测量学是一门新兴学科,但具有古老的渊源,可以追溯到 2000 多年以前。那时的人体测量,主要狭指对人体尺寸的测量。公元前一世纪,罗马建筑师 Vitruvian 就已从建筑学的角度对人体尺寸作了较完整的论述。他不仅考虑了人体各部位尺寸的关系,得出了计量上的结论,而且发现人体基本上具有以肚脐为中心的特点。一个男人挺直了身体,双手侧向平伸的长度恰好就是其身高。在此之后,哲学家、数学家、艺术家、理论家对人体尺寸的研究断断续续地进行了许多世纪,在漫长的进程中积累了大量人体尺寸测量数据。可是这些数据主要是为人类学分类、美学和生理学上的研究使用的,不是为设计上使用的。因此,尚停留在理论阶段。

最早对这门学科命名和定义的是比利时数学家 Quitlet,他于 1870 年出版了《人体测量学》一书,创建了这门学科。这已被世界所公认,这门学科的内容本身也受到了赞誉。他给这门学科定义为:“人体测量学是通过测量人体各部位尺寸,并确定个人之间和群体之间在人体尺寸上的差别的一门学科。”从创立到 1940 年这几十年的时间里,这门学科尚未走出理论阶段。直到 1940 年,为了适应某些工业部门的发展,特别是要适应航空工业的需要,人们迫切需要人体测量学知识及其数据,第二次世界大战更推动了人体测量学在军事工业上的发展。至今,人们对人体测量学在军事上的应用仍在不断地进行研究,以改进军事设备和设施,充分利用狭小空间等。工业发展需求促使这门学科从理论学科发展为应用学科。

由于航空业对人体测量学知识及其数据的需求最为迫切,因而航空应用方面的人体测量学研究的范围就比其他行业广,研究的内容也独具特色。经多年发展,该方面的研究内容自然形成了人体测量学的一个分支,本书将其定义为“航空人体测量学”。相对于 Quitlet 给狭义的人体测量学所下的定义,本书将狭义的航空人体测量学定义为:“航空人体测量学是研究测量飞行员身体各部位尺寸,并确定飞行员个体之间和不同机种飞行员群体之间在人体尺寸上的差别,以用于飞机座舱、座椅和飞行员个体防护救生装备设计和研制的一门学科。”

随着高科技的飞跃发展,许多高精尖设备和产品层出不穷。这些高精尖设备和产品人机界面的设计和研制不仅需要相关的人体尺寸数据,而且更需要相关的人体其他参数,诸如人体质量、质心位置、转动惯量、承受外力耐受参数等。测量技术的电子化和计算机化,以及传感技术的多样化和精准化,使过去无法测量的上述参数的测量能够得以实现。这样,广义的“人体测量学”便应运而生。本书将广义的“人体测量学”定义为:“人体测量学是研究测量人体各部位和各体段尺寸、质量、质心位置、转动惯量及承受外力耐受值等参数,并确定个体之间和群体之间在这些尺寸及参数上的差别的一门学科。”

与上述相呼应的是,随着高科技的飞跃发展,飞机的性能同样也有了突飞猛进的台阶式跳跃。面对这种台阶式的跳跃,其人机界面的设计和研制,同样不仅需要相关的人体尺寸数据,而且更需要相关的上述人体其他参数。由于飞机的特殊性和复杂性,对上述这些人体参数的需求面更广,研究内容与其他行业相比,同样更独具特色。这样,相对于广义的人体测量学,同样也会自然形成它的一个分支,即广义的“航空人体测量学”。与上述广义的“人体测量学”相对应,本书将广义的“航空人体测量学”定义为:“航空人体测量学是研究测量飞行员身体各部位和各体段尺寸、质量、质心位置、转动惯量及承受外力耐受值等参数,并确定飞行员个体之间和不同机种飞行员群体之间在这些尺寸及参数上的差别,用于飞机座舱、座椅和飞行员个体防护救生装备设计和研制的一门学科。”

理论是应用的源泉和种子,而应用则是理论的土壤和果实。因此,本书分为“理论篇”和“应用篇”两个部分。根据本书给广义的“航空人体测量学”所下的定义,在“理论篇”的后面几章里,分别对二维人体尺寸测量、三维人体尺寸测量、人椅系统重心测量、人体惯性参数测量及肩带惯性强制拉紧机构人体耐受参数测量,从理论上加以阐述,使读者明确该学科的基本概念、通晓相关原理和机制、熟知相应测量设备和方法,给“应用篇”做好理论上的先导和铺垫。在“应用篇”分别介绍了该学科的主要成果及其在我国实际应用的典型范例。不仅列出经中国人民解放军总装备部批准发布和实施的 14 项国家军用标准正文,而且对这些标准的重要技术内容进行了说明,使“应用篇”具有可理解性和可操作性,同时也体现出我国在这门学科领域里所独具的特色。

(本章部分内容摘自龚锦编译. 人体尺度与室内空间. 天津:天津科学技术出版社,1987:3~5.)

第 2 章 二维人体尺寸测量

“二维人体尺寸测量”就是传统的人体尺寸测量,即利用马丁人体测量仪等适宜的仪器设备和方法,对人体的整体和局部在不同典型姿势或状态下的直线长度、曲线长度或距离等参数进行直接测量。其所有的测量项目都可以用二维平面示意图进行标示,各项目之间的相对空间信息较少,因此相对于近年来发展起来的“三维人体测量”,将其称为“二维人体尺寸测量”。在“三维人体测量”的概念出现之前,没有“二维人体尺寸测量”的概念。

2.1 二维人体尺寸测量的内容

二维人体尺寸测量的主要内容是测量人体整体和局部各测点或部位之间的直线长度、弧线(围线)长度、距离(高度)等尺寸数据(需要时可包括部分功能尺寸数据),如身高、臂长、肩宽、胸厚、腰围、颈前弧长、臀膝距等等,此外通常还包括体重。这些数据从不同的方面表示着人体整体或局部的大小、长短、粗细等特征,其统计结果更可反映出某一群体类别的人体尺寸的特征规律,它们是人们在日常工作和生活中使用的所有用具及空间尺寸的最基本的设计依据。

为便于各领域对二维人体尺寸数据的使用,二维人体尺寸测量的具体内容必须规范统一。国家标准局于 1983 年发布了国家标准 GB 3975—1983《人体测量术语》,对人类工效学使用的人体测量术语进行了规定。该标准的正文给出了对“坐姿”“立姿”“眼耳平面”等 7 个基本术语的具体定义,对头部、躯干部和四肢部共 38 个测点的具体说明,对头部 12 个、立姿 40 个、坐姿 22 个、手部足部 6 个测量项目以及体重项目共 81 个测量项目的明确定义。对于未包括在标准正文范围内、但人类工效学研究中常用的一些测点及测量项目,该标准的附录 A 给出了推荐使用的人体测量术语的定义和说明,包括头部、躯干部和四肢部 28 个推荐测点,以及头部 22 个、立姿 75 个、坐姿 9 个、手部足部 29 个共 135 个推荐测量项目。此外,1999 年发布的 GB/T 5703—1999《用于技术设计的人体测量基础项目》对用于技术设计的人体测量内容又进行了规定。

上述国家标准规定的人体尺寸测量内容是二维人体尺寸测量的主要内容。不同领域针对不同的需要可以对上述测量项目以外的项目开展测量,但在测量前必须参照上述国家标准或国外相关标准,对新增的测量项目(含测点)进行明确的定义和说明。

2.2 二维人体尺寸测量的仪器和方法

人体尺寸测量数据作为人类工效学常用的基础依据,必须准确可信,因而测量所用的仪器和方法也应当规范、统一。

2.2.1 二维人体尺寸测量仪器

二维人体尺寸测量所采用的仪器主要是马丁人体测量仪,主要包括人体测高仪、直脚规、弯脚规、三脚平行规、坐高椅、量足仪、软卷尺、角度计等,体重的测量仪器为医用体重秤。我国国家标准局于 1985 年发布了国家标准 GB 5704.1~5704.4—1985《人体测量仪器》,对人体测高仪、直脚规、弯脚规、三脚平行规等人体尺寸测量的 4 种专用仪器制订了标准。一些特殊测量项目还可用到测量锥、握棒、弧长尺、展开宽度仪等专用或辅助的测量器具。

人体测高仪:主要用于测量身高、坐高等立姿和坐姿的人体各部位的高度尺寸项目,如图 2.1 所示。国家标准 GB 5704.1—1985 是人体测高仪的技术标准。该测高仪适用于读数值为 1 mm、测量范围为 0~1 996 mm 的人体高度尺寸的测量。

若将两支弯尺分别插入固定尺座和活动尺座,与构成主尺杆的第一、二节金属管配合使用,即构成圆杆弯脚规,可测量人体各部位的宽度和厚度。

人体测量用直脚规:主要用于测量两测点间的直线距离,特别适宜测量距离较短的不规则部位的宽度或直径,如耳、面部、手、足等部位的尺寸,如图 2.2 所示。国家标准 GB 5704.2—1985 是人体测量用直脚规的技术标准。该直脚规适用于读数值为 1 mm 和 0.1 mm、测量范围为 0~200 mm 和 0~250 mm 的人体尺寸的测量。

根据有无游标读数,直脚规分为 I 型和 II 型两种型式, I 型无游标读数, II 型有游标读数。I 型直脚规又根据测量范围不同,分为 I A 型和 I B 型两种型式。

人体测量用弯脚规:主要用于不能直接以直尺或直脚规测量的两点间距离的测量,如两耳屏间宽、两下颌角间宽等,如图 2.3 所示。国家标准 GB 5704.3—1985 是人体测量用弯脚规的技术标准。该弯脚规适用于读数值为 1 mm、测量范围为 0~300 mm 的人体尺寸的测量。

根据弯脚规量脚的端部形状的不同,分为椭圆体型(I 型)和尖端型(II 型)。

人体测量用三脚平行规:主要用于测量位于某两点之间的第三测点相对于该两点连线的距离的测量,如鼻中深等,如图 2.4 所示。国家标准 GB 5704.4—1985 是人体测量用三脚平行规的技术标准。该三脚平行规适用于读数值为 0.1 mm、测量范围主尺为 0~220 mm、竖尺为 -50~+50 mm 的人体尺寸的测量。根据量脚形状的不同,分为直脚型(I 型)和弯脚型(II 型)。

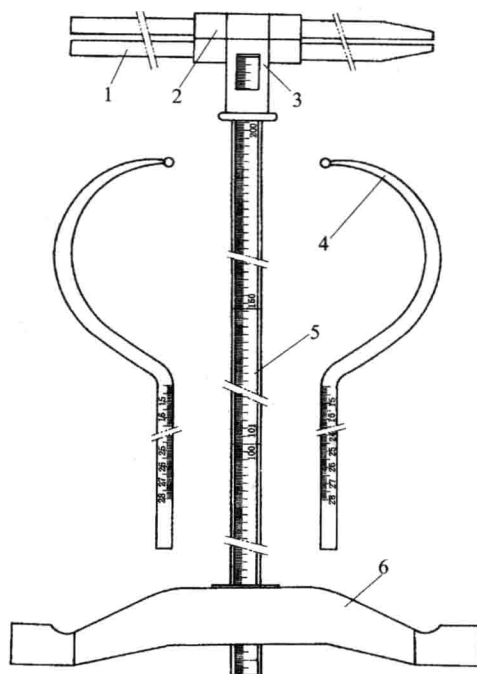


图 2.1 人体测高仪

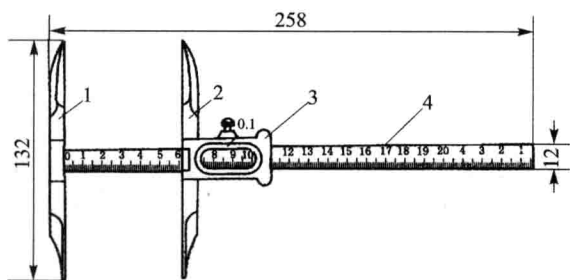


图 2.2 人体测量用直脚规

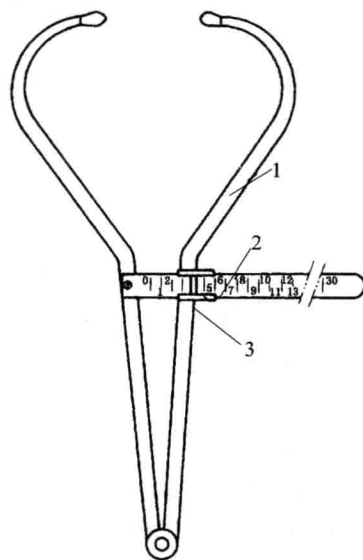


图 2.3 人体测量用弯脚规

人体测量仪器要准确耐用,使用方便,刻度容易读出。为确保测量数据质量,所有仪器在使用前,都应用标准量度加以校核。使用后,应擦拭干净,涂油防锈,妥善保管。

2.2.2 二维人体尺寸测量方法

二维人体尺寸测量发展至今,已经形成了一套严密、科学、系统的测量方法。我国于 1985 年发布了国家标准

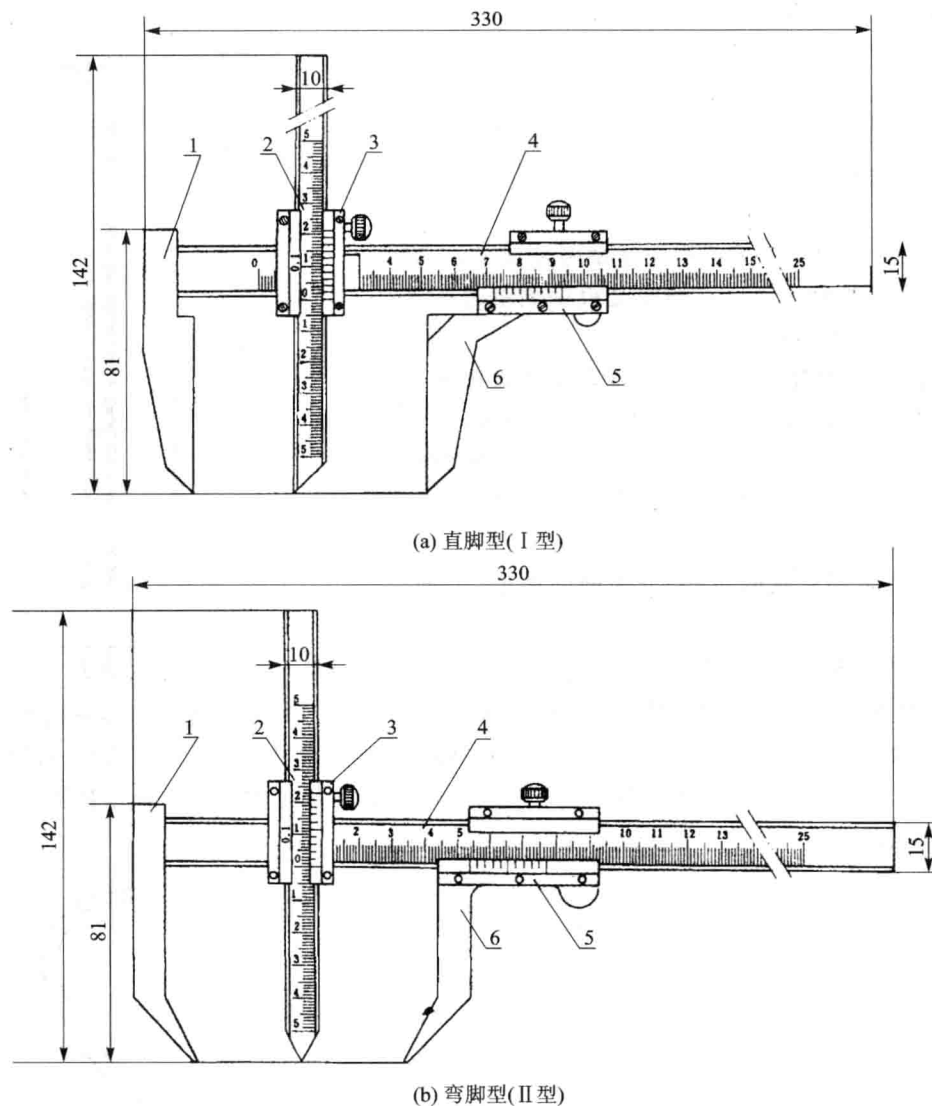


图 2.4 人体测量用三脚平行规

GB 5703—1985《人体测量方法》，与国家标准 GB3975—1983《人体测量术语》一起，对人体测量术语和方法进行了规定，适用于成年人和青少年用仪器进行的二维人体尺寸测量。

2.2.2.1 测量姿势

测量时被测者应根据需要采用标准的直立姿势或正直坐姿。国家标准对这两种姿势有明确的规定。

直立姿势(简称立姿):被测者挺胸直立,头部以眼耳平面定位,眼睛平视前方,肩部放松,上肢自然下垂,手伸直,手掌朝向体侧,手指轻贴大腿侧面,膝部自然伸直,左、右足后跟并拢,前端分开,使两足大致呈 45° 夹角,体重均匀分布于两足。为确保直立姿势正确,被测者应使足后跟、臀部和后背部与同一铅垂面相接触。

坐姿:被测者挺胸坐在被调节到腓骨高度的平面上,头部以眼耳平面定位,眼睛平视前方,左、右大腿大致平行,膝大致弯屈成直角,足平放在地面上,手轻放在大腿上。为确保坐姿正确,被测者的臀部、后背部同时靠在同一铅垂面上。

无论何种测量姿势,身体都必须保持左右对称。

2.2.2.2 测量基准面

人的肢体运动是绕一定的轴在一定的平面内进行的,这些轴都是以关节为中心的不可见轴,而基准面的定位是由三个互相垂直的轴(铅垂轴、纵轴和横轴)来决定的。根据研究人体运动与人体尺寸测量的需要,按照关

节形态和运动规律而假设出三个相互垂直的基准面,即矢状面、冠状面和水平面。此外,在头部的定位中还要用到眼耳平面。

矢状面:通过铅垂轴和纵轴的平面及与其平行的所有平面都称为矢状面。其中,通过人体正中线的矢状面称为正中矢状面。它将人体分成左、右对称的两个部分。

冠状面:通过铅垂轴和横轴的平面及与其平行的所有平面都称为冠状面。它将人体分成前、后两个部分。

水平面:与冠状面和矢状面同时垂直的所有平面都称为水平面。它将人体分成上、下两个部分。

眼耳平面:通过左、右耳屏点及右眼眶下点的水平面称为眼耳平面,又称法兰克福平面(OAE)。

支撑面:立姿时站立的地面或平台以及坐姿时的椅平面称为支撑面。它应是水平的、稳固的和不可压缩的。

主要测量基准面和基准轴如图 2.5 所示。

2.2.2.3 测量方向

头侧端与足侧端:在人体的上、下方向上,上方称为头侧端,下方称为足侧端。

内侧与外侧:在人体的左、右方向上,靠近正中矢状面的方向称为内侧,远离正中矢状面的方向称为外侧。

近位与远位:在四肢上,靠近四肢附着部位的称为近位,远离四肢附着部位的称为远位。

挠侧与尺侧:在上肢上,挠骨侧称为挠侧,尺骨侧称为尺侧。

胫侧与腓侧:在下肢上,胫骨侧称为胫侧,腓骨侧称为腓侧。

2.2.2.4 测量方法

二维人体尺寸测量应严格按照规定的测量姿势、测量方向和测量基准面进行。

被测者应裸体或穿着尽量少的内衣,例如只穿内裤和汗背心,在后者的情况下,在测量胸围时,男性应撩起汗背心,女性应松去胸罩后进行测量。在测体重时,应减去内裤及汗背心的重量。

被测者应取立姿或坐姿,在呼气与吸气的中间进行测量。测量次序为从头向下到脚;从身体的前面,经过侧面,再到后面。凡左右对称的测量项目,均在右侧测量。

测量时只许轻触测点,不可紧压皮肤,以免影响测量值的正确性。

体部某些长度的测量,既可用直接测量法,也可用间接测量法——两种尺寸相减。但测量时必须注意,涉及各个测量点之间的相对位置,在测量中不得移动。

由于呼吸而使测量值有变化的测量项目,应在呼吸平静时进行测量。

测量值读数精度:线性测量项目的测量值读数精度为 1 mm,体重的读数精度为 0.5 kg。

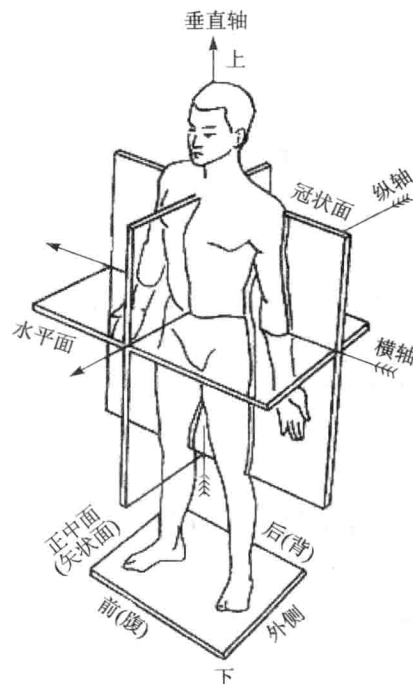


图 2.5 人体测量基准面和基准轴

2.3 我国二维航空人体尺寸测量的发展成就

我国飞行员人体测量始于 1958 年,先后进行过多次,都是由空军航空医学研究所独立或与航空工业有关部门合作完成的。

2.3.1 第一次大样本人体尺寸测量

在国内没有开展过飞行员人体参数测量的情况下,林基学等自 1958 年起利用马丁氏人体测量仪,开展了我国第一次飞行员人体二维尺寸测量工作,共对 3342 名男性飞行员进行了测量,每个人测量 106 项参数。测量共包括头部、面部和体部三个部分。依据测量结果对我国飞行员的头型、脸型、体型进行了类型划分,提出了头盔、加压供

氧面罩、高空代偿服的号型及其基本数据、生产规格和比例。此外还提出了座舱的宽度、高度、座椅的规格、头枕及面帘的基本数据。研究结果满足了我国当时设计研制飞机以及飞行员个体防护救生装备的需要,对空军部队的建设和保障飞行员安全飞行起到了关键的作用。

2.3.2 第二次大样本人体尺寸测量

1974年起,杨企文等与复旦大学等单位合作,利用马丁氏人体测量仪器,完成了对1654名飞行员人体二维尺寸的静态测量,每个人测量97项参数。在此基础上又以身高和体重为主要数据选取了104名飞行员,利用模拟座舱进行了动态测量。依据这些测量数据,提出了中国飞行员体型、侧面样板、救生装备规格、座舱与座椅的基本尺寸,并制定了一系列国家军用标准。1980年又对323名使用某型火箭弹射座椅的飞行员的人椅系统重心进行了测量和研究,制定了相应的国家军用标准。此外,还于1982年通过对300名飞行员的测量研究,得到了我国飞行员杆舵力的适宜值、极限值和最大允许值。这些结果对我国飞机座舱、座椅以及飞行员个人防护救生装备的设计起到了极为重要的作用。

2.3.3 手部数据测量

随着飞行员手不离驾驶杆和油门杆的“握杆操纵技术”的战术技术思想的提出,出现了操纵杆开关布局与大小的设置如何与飞行员手部尺寸相协调一致的问题。刘宝善等于1986年起根据握杆操纵的特点,测量了359名飞行员的19项手部尺寸参数,并制定了国家军用标准GJB1124—1991《握杆操纵中手的数据和手指功能》,该成果是我国设计和研制各种军用飞机中央杆式驾驶杆和手扶式油门杆等握杆操纵机构的技术依据。

2.3.4 摄像法人体尺寸测量

计算机应用技术的不断发展,人体测量方法也得到了新的研究和实践。1994年起,侯其昌等利用摄像和计算机图像处理技术,建立了二维人体尺寸的摄像测量方法,并对163名飞行员进行了摄像测量。其主要内容是先对被测者身体表面的测量点进行标记,然后使被测者站在网格背景前,在一定距离上从不同角度拍摄10幅图像,通过图像处理提取71项长度尺寸数据,围径数据则通过回归方法确定。其优点是缩短了测量时间,将手工测量所需的2个小时缩短为20分钟左右;不足之处是受图像处理软件等方面技术的限制,所建方法的测量误差相对偏大。此种方法在技术上是可行的。该次测量最终因精度等问题,未能达到应用程度。

2.3.5 为修订座椅尺寸有关标准而开展的测量

按照人类学的发展规律,人体测量数据每隔十年左右就应当更新。理论和试验结果都表明,飞行员的人体数据在不断发生变化,七十年代飞行员的数据已经不能满足九十年代的设计需要。为修订国家军用标准GJB19—1984《歼击机座椅基本尺寸》,王兴伟等人于1997年对我国303名飞行员进行了身高、坐高等14个项目的人体尺寸测量。吴明磊、王兴伟等依据该次测量结果,研究了与座椅密切相关的人体尺寸的变化程度和规律,并依据测量研究结果完成了对标准的修订,修订后的国家军用标准GJB19A—1998《歼击机座椅基本尺寸》于1998年发布实施,解决了我国战斗机座椅设计急需准确设计依据的问题。

2.3.6 第三次大样本人体尺寸测量

为解决大样本飞行员人体尺寸数据陈旧的问题,刘宝善等与中国标准化研究院等单位合作,自2000年起进行了新一次大样本飞行员人体尺寸测量。为了保证每个测量项目都具有明确的测量标志点,提高测量精度,这次大样本人体尺寸测量选定了78个测点。其中,引自国家标准GB3975—1983《人体测量术语》65个;前苏联国家标准OTC B₁02635—1987《用于防护装备自动化设计中的飞行人员人体测量(男性典型体型尺寸)》7个;新增加并定义6个:鼻中点、额上点、额前点、眼突点、肩外侧点、臀股沟点。该次测量的项目非常全,在征求航空工业主要使用部门8个厂(所)意见的基础上,选定了305个测量项目。其中,引自国家标准GB3975—1983《人体测量术语》214项,国家军用标准GJB20—1984《飞行员个体防护救生装备规格系列》11项,GJB1124—1991《握杆操纵中手的数