

龙升照 主编

人—机—环境系统工程 研究进展

(第三卷)



北京科学技术出版社

N94-53

411452

人-机-环境系统工程研究进展

(第 三 卷)

龙 升 照 主 编

Research Advance for Man-Machine-
Environment Systems Engineering

Vol. 3

Chief Editor by Long Shengzhao

北京科学技术出版社

内 容 提 要

人-机-环境系统工程是在著名科学家钱学森的亲自倡导下,于 1981 年在我国诞生的一门综合性边缘技术科学。本书全面地反映了人-机-环境系统工程理论及应用的最新研究成果,共收集论文 80 篇,主要包括人的特性的研究、机器特性的研究、环境特性的研究、人-机关系的研究、人-环关系的研究、机-环关系的研究、人-机-环境系统总体性能的研究和应用研究等 8 个部分,内容涉及航空、航天、航海、兵器、交通、冶金、管理等众多领域。本书对从事人-机-环境系统工程理论及应用研究的广大科技工作者、科技管理干部及大专院校师生都有很好的参考价值。

DV29/50

图书在版编目(CIP)数据

人-机-环境系统工程研究进展 第 3 卷 / 龙升照主编.

北京:北京科学技术出版社,1997.7

ISBN 7-5304-2011-9/Z·901

I. 人… II. 龙… III. 人-机系统-研究-进展 IV. TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 12330 号

北京科学技术出版社出版

(北京西直门南大街 16 号)

邮政编码: 100035

各地新华书店经销

三河腾飞胶印厂印刷

*

787 毫米×1092 毫米 16 开本 21 印张 524 千字

1997 年 7 月第一版 第 1 次印刷

印数 1—1000 册

定价:45 元

钱学森同志

对《人-机-环境系统工程研究进展(第一卷)》的评语 (代序)

龙升照同志:

我收到您主编的《人机环境系统工程研究进展(第一卷)》,翻看了之后,感到非常高兴,1985年秋提出的一个想法,现在8年之后已赫然成书,500多页的巨卷!而且研究范围已大大超出原来航天,内容涉及航空、航天、航海、兵器、电子、能源、交通、电力、煤炭、冶金、体育、康复、管理……等领域!你们是在社会主义中国开创了这门重要现代科学技术!

此致

敬礼!

钱学森

1993.10.22

研究人
机环境
系统工
程

为国防
现代化
服务

丁衡高
一九九三年
八月廿日

前 言

1997 年是我国历史上具有重要意义的一年。香港回归和党的“十五大”召开使全国人民欢欣鼓舞。在这举国欢庆的日子里,我们将《人-机-环境系统工程研究进展(第三卷)》奉献给广大读者。

邓小平同志曾经强调指出:“科学技术是第一生产力”。按照哲学的概念,从事生产物质资料生产的人,同以生产工具为主的被用于生产的劳动资料相结合,就构成社会生产力。很显然,在任何生产过程中,生产机器(或生产工具)是进行各种物质资料生产的物质基础,是提高生产力的基本条件。但是,任何机器都必须靠人去掌握和操纵,而且人和机器又都处于特定环境下工作。所以,生产机器只是一种可能的生产力,它只有与人和工作环境有机结合才能成为现实的生产力。因此,为了极大提高社会生产力,就必须根据马克思主义的辩证唯物论原理,把精神与物质、主观与客观、人与机器的关系从哲学高度的一般定性描述逐步过渡到定量描述,既要有科学理论的依据,也要有科学记录的方法,更要有发挥人积极作用的措施。人-机-环境系统工程的提出,就能使人对生产机器有意识活动的研究,有了一个新的由定性到定量、由感性认识朝着科学实验研究发展的飞跃,为生产力的发展提供有效的科学技术手段,赋予“科学技术是第一生产力”更深刻的内涵。尤其在我国经济实力尚不十分雄厚的条件下,更不要单纯追求单项技术或单个机器的高性能、高水平,而应从系统的整体观念出发,着眼总体、着眼全局,提高全系统的整体性能,为生产力的提高作出科学的决策和评价,为生产力的发展出谋划策。

为了更好贯彻邓小平同志“科学技术是第一生产力”的思想,中国系统工程学会人-机-环境系统工程专业委员会与北京市海淀区人-机-环境系统工程研究会于今年 9 月在贵州安顺(黄果树)召开第三届全国人-机-环境系统工程学术会议。会议收到学术论文 150 余篇。我们从中精选出 80 篇比较优秀的论文编辑成《人-机-环境系统工程研究进展(第三卷)》。全书共分人的特性的研究、机器特性的研究、环境特性的研究、人-机关系的研究、人-环关系的研究、机-环关系的研究、人-机-环境系统总体性能的研究和应用研究等八个部分,内容涉及航空、航天、航海、兵器、电子、能源、交通、电力、冶金、管理……等众多领域,它全面反映了人-机-环境系统工程这门新兴科学在理论和应用方面的最新研究成果。但因篇幅所限,还有一些较好论文尚未收入本书,我们深表歉意。同时,由于文字加工比较粗疏,出版比较仓促,书中可能存在不妥之处,欢迎广大读者提出宝贵意见和建议。

在我国改革开放的新形势下,为了极大地提高我国生产力的水平,并满足市场经济和国际竞争的需求,就应该更加正确处理好人、工作机器和工作环境三者之间的关系。因此,可以深信,本书的出版发行,必将进一步推动人-机-环境系统工程理论及应用的蓬勃发展,并使其在四个现代化建设中做出更积极的贡献!

本书在出版过程中,得到北京科学技术出版社的大力支持,我们对此表示衷心感谢。

龙升照

1997 年 7 月于北京

目 录

钱学森同志对《人-机-环境系统工程研究进展(第一卷)》的评语(代序)

丁衡高同志的题词

前 言

第一部分 人的特性的研究

1. 图形图象处理技术在人体参数测量中的应用 龙升照 王 丽 袁 进 迟家升 周儒欣 田广庆 张蓉蓉(1)
2. 航空维修中人的失误类型及预防失误的措施 郑 涛 刘志忠(7)
3. 论跨世纪军事人才培养的重点 郑 涛 刘志忠(11)
4. 用数量化理论建立矿工安全心理状态评判模型 王玉振 周文安 倪孟辉(14)
5. 道路线形设计中的心理因素分析 赵炳强 王国荣(21)
6. 雷达操作人员的模糊随机可靠度计算模型的研究 郝 强 张树德 王小念 袁国安(24)
7. 冷环境中手指热调节的数学模拟与研究 席天笑 沙 斌 袁修干(29)
8. 回归分析在短跑运动员选拔中的应用 孙洪元 沈散英 江秀云(34)
9. 机动车驾驶员反应特性与行车安全性的关系 毛恩荣 谭 或 周一鸣 方经东(38)
10. 我国人口素质问题的研究 李谋静 袁宗一 李谋虑(42)
11. 个人行为控制模式研究 卢容德 月 华(46)
12. 射击运动员心理特性测试与反思 杨鑫辉(50)
13. 身高体重指数与乘员手操作力、脚蹬力关系的分析 吴圣钰 郝为利 戚百丽(55)
14. 人体行走功能的隶属函数研究 刘永斌 封锦华 曹学军(58)
15. 24 小时胃电图动态特征的研究 裴静琛 常 磊 刘志强 孙若亮(62)
16. 军事训练健身操创编方法的研究 张美荣 刘学汉 魏自来(67)
17. 招飞心理选拔测评系统研究综述 傅双喜 庞新光 吴建国(69)
18. 截肢者——大腿假肢系统摆动控制理论的研究 封锦华 刘永斌 张济川 金德闻(74)
19. 关于人的心理特性测评的理论思考 杨鑫辉(79)
20. 飞行员飞行作业时胃电图变化的研究 巴福森 刘建忠 俞尧荣 靳爱国 杨华香 韩宜保 徐志明(82)
21. 工作负荷评价中肌电指标处理方法的研究 杨健群 李 洁 马治家(87)

第二部分 机器特性的研究

22. 机器防操作失误设计的研究 周前祥 龙升照(92)
23. 矿井提升随罐遥控及闭路安全监视系统的研究 尹承常 王 波 马存江 宫钦科(96)
24. 工作座椅的分析评价研究 王 生 高 弘(100)

第三部分 环境特性的研究

25. 绿化植物防止环境污染能力的研究 夏元洲(103)
26. 工作环境中有机磷蒸气在水泥材料上降解的研究
..... 郭坤敏 刘智贵 王 进 乔惠贤 周述禹(107)
27. 净化臭味物 H_2S 、 SO_2 等有害气体方法的研究 赵 卓(112)

第四部分 人-机关系的研究

28. 战斗机分代中的人-机界面特征 刘宝善(118)
29. 人与信息关系的研究 薛建华(121)
30. 次要任务的输入通道对操作工效和心理负荷的影响 孙向红 张 侃 郭素梅(124)
31. 双手反应方式对模拟飞行操作的影响 孙向红 张 侃 郭素梅(129)
32. 显控台前报警方式的工效研究 龚杰民 王献青 赵江涛(133)
33. 单屏/多屏系统幕组织方式的工效比较研究 王献青 龚杰民 郑有材 仇 萍(137)
34. 外部表征对人信息加工能力影响的研究 杨 斌 张 侃(140)
35. 毛泽东人民战争思想在信息战中的动用——兼论未来战争环境中的人、机结合
..... 肖占中 宋效军(144)
36. 防空雷达人-机界面设计规则及评估方法的研究
..... 袁国安 郝 强 王小念 刘 军 朱宏伟(148)
37. 立体显示及其在平面上的实现 秦 岩 王蔚华 王 力 龚杰民(152)
38. 人-机界面数学描述方法的研究 叶立新 王险峰 庞志兵 吴承伟 彭 巍(156)
39. 液晶汉字尺寸对视觉识别工效的影响
..... 钟 浩 姜国华 王 颖 吴文灿 廖国锋 牟晓非(160)
40. 作战态势图中军标 ICON 的表示及生成方法 许录平 谢维信(165)

第五部分 人-环关系的研究

41. 提高低空不利姿态下弹射救生成功率率的措施 周 方(169)
42. 电解食盐车间磁场对工人健康的影响 郭晓英 赵宗群 叶康平 范 迅(172)
43. 振动对音节清晰度影响的研究 李盈忠 罗 进 彭绍平 韩宜保 肖艳华(177)
44. 舰艇舱室环境因素对人体影响的研究(一)——舰船理化环境对机体的影响
..... 王近中 唐志文 梁振福 陈国根 王有谦 罗修裕 王云景 薛建华(180)
45. 舰艇舱室环境因素对人体影响的研究(二)——舰船装备的人体测量及作业域布局
..... 王近中 唐志文 梁振福 陈国根 王有谦 罗修裕 王云景 薛建华(183)
46. 舰艇舱室环境因素对人体影响的研究(三)——舰船非金属材料的安全性评价和环境中的
人体工效 王近中 唐志文 梁振福 陈国根 王有谦 罗修裕 王云景 薛建华(186)
47. 舰员防毒服热负荷的野外评价研究 丁松涛 潘朝蓉 肖 漩 王子九 刘辉仁(189)
48. 人与自然环境关系的研究 金立顺(192)
49. 声乐艺术与环境关系的研究 王 凡(196)
50. 汽车碰撞中人体的伤害机理与评价方法 信世强 周一鸣(200)
51. 电脑与眼疲劳 邹劲松 邹劲军(203)

52. 加速度作用下人体血容量数学模型辨识方法的研究	钟秋海	张高明	李宪玉(205)
53. 密闭式通风服通风散热性能的研究	王宪章	武建民	文计福(209)
54. 低浓度一氧化碳对视觉功能影响的研究	牟晓非	钟 浩	余秉良 张恒太(215)
55. 曝光后不同低照度下视觉判别反应时的研究	田志强	牟晓非	(220)
56. 研制高性能抗荷服的技术途径	杨春信	袁修干	(224)
57. 对加压呼吸作为抗荷措施的分析 and 比较	杨春信	袁修干	(228)
58. 失重状态下人体的运动方程	季白桦	袁修干	(232)

第六部分 机-环关系的研究

59. 汽车污染物的形成与驾驶员操作行为研究	王国荣	赵炳强	(235)
60. 汽车-环境关系的分析研究	吕敬堂	曾崇聪	(240)

第七部分 人-机-环境系统总体性能的研究

61. 工作要素对价值和效益的影响分析	王 健	(247)
62. 主战坦克人-机-环境系统总体方案的计算机辅助设计研究	居乃俊	王立山 程曙光 茅曙光(250)
63. 坦克总体设计特征建模和分析仿真软件系统	居乃俊	程曙光 王立山 茅曙光(256)
64. 人-机-环境系统工程的动力学基础	李宗诚	(260)
65. 繁忙干线列车提速与信号显示的人-机-环境系统分析	张学渔	王东华(262)
66. 人-机综合生产系统的设计研究	刘 肱 郭 钢	高 敏(265)
67. FMS 人、机功能分配决策支持系统的研究	刘 肱 郭 钢	高 敏(270)
68. 铁路伤亡事故的原因分析及预防措施的研究	赵凤德	(275)
69. 从人-机-环境系统看残疾运动员成绩的提高	朱图陵	(278)
70. 人-机系统计算机仿真研究的现状及展望	巍 斌 袁修干	沈 翔(281)
71. 高炮火控系统的人-机模型研究	庞志兵 吴承伟	叶立新 王险峰(285)
72. 面向对象技术在人机工程学研究中的应用	林 建	周一鸣(290)
73. 电磁环境对人-机系统的影响	童时中	(294)

第八部分 应用研究

74. 宝钢人-机-环境系统的优化设计及实施	刘金龙	(299)
75. 矿井火灾危险状态评价理论和应用	冯圣洪	(302)
76. 公路交通运输企业的管理和发 展	徐国忠	(306)
77. 人-机-环境系统工程在冶金企业管理中的应用	周永康	(309)
78. 县级土地利用总体规划决策支持系统	刘爱珍 张文雪	刘兴国(312)
79. 人-机-环境系统工程在某实验台设计中的应用	朱文广	袁修干(317)
80. 人体动态模型在航空上的应用	王祥甫	(321)

附录

中国系统工程学会人-机-环境系统工程专业委员会第一届委员会成员名单	(326)
---	-------

第一部分 人的特性的研究

图形图象处理技术在人体参数测量中的应用

龙升照 王 丽 袁 进

(航天医学工程研究所)

迟家升 周儒欣

(北京京惠达新技术开发公司)

田广庆 张蓉蓉

(空军青岛疗养院)

一、前 言

在航空、航天、航海、体育等领域人体参数的准确确定,有着十分重要的意义。人体参数一般分为形态参数(人体及各部位的几何尺寸)和力学参数(人体及各体段的体积、质量、质心和惯性矩)两种类型。在这两种类型的人体参数测量中,形态参数的测量还比较方便,但力学参数的测量就显得十分困难和复杂,一直是人们关注的难点和重点。

人体力学参数测量已有 300 多年的历史。早在 1679 年就有类似工作的记录,人们采用平衡的方法来测量人体的质心位置。现在,300 多年已经过去,精确地测量人体的力学参数仍然是一个十分棘手的问题。

1836 年,Weber 对人体的质心位置进行了测量。他让一个人平躺在一个平台上,平台放在刀口上。不断调整人的位置直到平台平衡为止。再让这个人翻身重复一次。两次平衡点位置的平均值作为人体的质心位置。这种方法相对来说是较为精确的。

25 年后,即 1860 年,Harless 继续了 Weber 的实验。他研究了沿着人体实体各个体段长轴方向的质心位置。他把两具尸体切成 18 个部分,并假定身体的密度为 1.066,从每个部分的质量可以计算出相应的体积。后来他对此结果又做了进一步的确认,其方法是先在空气中称出一个体段的质量,再在水中称出它的质量,从而求出其体积和密度。他发现,性别和年龄对人体的密度影响很大。

1957 年,Barter 根据各种尸体的数据得到了一系列由全身体重预测各体段质量的方程。尽管其局限性是明显的,但这些方程仍然被广大的设计者和工程师引用。1969 年,Clauser 等人根据 13 具尸体确定了人体 14 个体段的质量、体积和质心位置。他们得到了一系列的多元回归方程,以便根据人体的几何尺寸来计算体段参数。例如,躯干的质量可以根据体重、躯干长度

和胸围来预测。

如果说静态质量参数测量是一个很棘手的问题,那么动态特性参数的测量就更加困难。早在 1892 年,Braune 和 Fisher 不仅研究了人体的体积、质量和质心,而且还研究了人体的惯性矩,他们用两个成年男性的尸体测量了相对于长轴的惯性矩,同时还测量了与长轴垂直的一个方向的惯性矩。

1975 年,Chandler 等人用 6 具男性尸体测量了人体整体和各个体段的惯性矩。他们把测量结果与早期对活人的测量结果作了比较,发现两者的结果非常接近。但他也指出,对人体惯性矩的研究还远远不够,还需要大量的实验。

经过数十年的尝试与修改,数学模型的方法能够比较有效地模拟人体。但它的局限性也是很明显的,因为数学模型的建立必须以尸体的测量结果为依据,但是用尸体进行测量不但费用高昂,而且难度很大。实验证明,死后尸体会逐渐脱水而导致重量减轻。即使用向尸体内注射液体的方法来抵消这种影响,也无法获得理想的效果,因为这时身体的外形已发生了较大的变化。

70 年代以来,一种新的人体测量技术开始出现,这种技术能精确地测出活着的人体和各个体段的质量分布特性,这种技术就是立体摄影(象)技术,它利用一组固定位置的摄象机来拍摄的人体的三维图象。人体上一系列点的坐标作为计算机的输入,整个人体用一系列的三维空间点来描述。与数学模型方法相比,这种方法可以测量各体段的实际形状,从而得到比较精确的测量数据。1974 年,Herron 博士在得克萨斯理工学院第一次使用了这种技术。他先利用物理方法测量了三个物体的惯性矩,然后用立体摄影方法对这三个物体进行测量,并用测量结果计算出惯性矩,测量结果与物理方法的测量结果非常相似。证明了这种方法的可行性之后,Clauser 进一步检验了这种方法的正确性。他把几具尸体用物理方法测出人体的质量分布特性,又用立体摄象的方法进行了测量,两种方法的测量结果非常相近。

我们采用了一种更加简便的人体参数测量方法,利用最先进的图形图象处理技术,将二维的人体平面图象重构三维的人体立体图象,从而实现对人体形态参数和力学参数的测量。本文将对图形图象处理系统的建立、人体参数测量方法和测量结果进行阐述。

二、图形图象处理系统的建立

1. 系统功能

该系统具有以下 7 项主要功能:

- 采集人体平面图像及有关坐标数据;
- 提供人体 14 个体段的分割工具;
- 提供将一组二维采集数据转换成三维人体空间数据的工具;
- 完成人体三维实体显示;
- 提供计算人体及各体段的体积、质量、质心、惯性矩等参数的工具;
- 提供测量人体形态参数的工具;
- 提供生物医学特殊图象处理软件。

2. 系统原理

该系统根据人体二维图象来重构人体三维图象,并计算人体参数。人体的图象不是任意

的,而是几幅确定姿态的图象,这些姿态是由系统约定,目的是便于系统处理。人体参数分为形态参数和力学参数两大类。形态参数包括身高、手长、手宽、足长、头长、坐高、坐姿眼高、坐姿肩峰高、胸背距、背突指尖距、膝背距、腹背距、腿窝高、胸中部宽、肩宽等 15 个参数。力学参数是指人体及 14 个体段的体积、质量、质心、惯性矩。这 14 个体段包括头颈、躯干、左上臂、右上臂、左前臂、右前臂、左手、右手、左大腿、右大腿、左小腿、右小腿、左脚、右脚。整个系统的难点在于如何从几幅人体的二维平面图象来重构人体的三维立体图象,以实现人体力学参数的测量。

本系统采用三种模型(椭圆模型、缩放模型和混合模型)来构造三维的人体图象,原则是依据体段的外形特点和图象所包含的信息来选取不同的模型。椭圆模型是根据图象检测出某个体段的诸多横截面的互相垂直的两个方向的投影长度,作为椭圆的两个轴,然后用多个椭圆面来模拟出整个体段。这种模型适合于上臂、前臂、大腿、小腿这些表面光滑的体段。缩放模型是将一个事先手工测量好的标准三维体段在长、宽、高三个方向进行缩放。这种模型用于一些表面形状复杂,无法从图象检测的体段,如手、足、头等。躯干则是采用混合模型来生成:一方面最终的躯干由标准三维躯干缩放而成,另一方面又不仅仅是在长、宽、高三个方向进行缩放,而是从图象中检测出躯干两个垂直方向的投影形状,再按这两个投影的形状逐个截面对标准躯干进行缩放。

根据每个体段的正面和侧面几何尺寸,可以近似生成这个体段的三维空间数据,然后再将每个体段的三维空间数据,利用人体链条关系图来重构三维人体,并计算出人体及各体段的体积、质量、质心和惯性矩。

在一幅图象上,由于所有的象素点在逻辑上并没有什么差别,也就是说无法区分某个体段的范围。为了区分同一幅图象上的不同体段,可根据人体解剖学的经验,采用人-机交互方式来分割各个体段的范围,分割的过程用鼠标点取来完成。分割好的不同体段就可以进行进一步的处理。为了检测某一体段的数据,先把所在图象的其它体段加以“屏蔽”,只留下待测体段在图象中,然后进行图形图象处理,最后获得测量结果。

与人体力学参数相比,人体形态参数测量就比较简便,只需在几幅平面图象上,根据人体解剖学的部位,用鼠标点取每个参数的起点和终点就可获得测量结果。

3. 系统构成

根据以上说明的系统功能和系统原理,可将本系统的结构框图示于图 1。

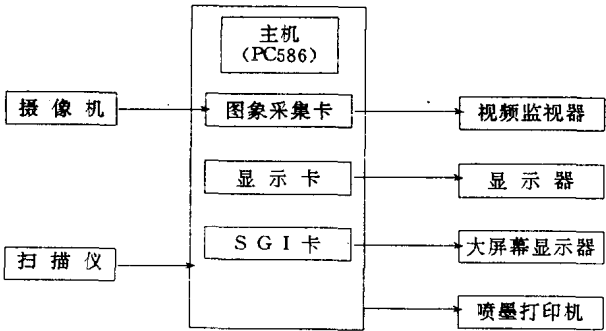


图 1 图形图象处理系统结构框图

本系统的软件开发是在 DOS 6.2 下完成;开发语言为 C 语言,包括 Bor land C3.1、

MSC6.0、High C1.73;开发使用的软件包有 BoyWindows 界面生成工具、真彩色图象采集卡提供的图象采集处理软件包、SGI 图形卡提供的 GL 程序库。

本系统的图象采集部分在 Borland C 环境下开发;三维数据生成显示部分的界面用 MSC 的图象函数实现,主要的图象处理部分由 HighC 来编写;HighC 支持对扩展内存的使用,确保在进行图象处理时有充足的内存。

三、人体参数测量方法

为了用图形图象处理技术进行人体参数测量,被试必须处于近裸体状态(即只穿着游泳裤)。为了避免头发的影响,被试还必须戴上游泳帽,然后再按预先约定的几幅图象进行采集和处理。

1. 形态参数测量

为了测量人体的形态参数,首先必须采集人体的正面坐姿图象、侧面坐姿图象、正面手部图象、侧面脚部图象,然后用人-机对话方式,根据人体的生理解剖学经验来对人体的形态参数进行测量,其操作过程如图 2 所示。

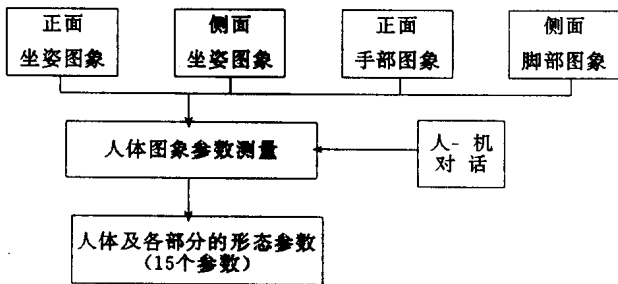


图 2 人体形态参数测量流程图

2. 力学参数测量

为了测量人体的力学参数,首先必须采集一幅标尺图象和人体的正面全身图象、侧面下肢图象、侧面上肢图象和正面头部图象,然后用人-机对话方式,根据人体的生理解剖学经验来对人体进行重构和分割,并实现人体力学参数的测量,其操作过程如图 3 所示。

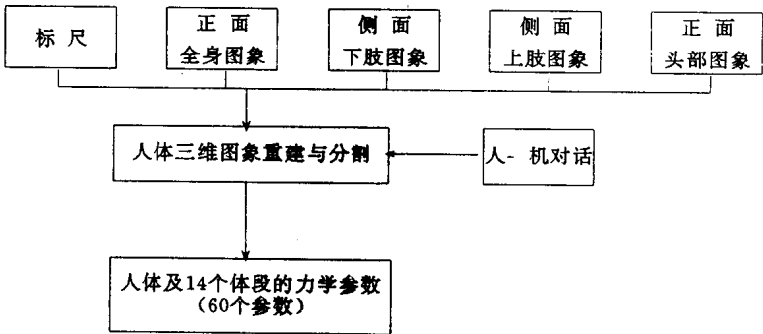


图 3 人体力学参数测量流程图

四、测量结果及分析

1996年9月,利用图形图象处理技术,在青岛空军疗养院,对90名被试进行了人体测量。人体形态参数的测量结果如表1计算机测量一栏所示。人体力学参数的测量结果如表2所示。

表1 人体形态参数测量结果(单位:cm;样本:90)

参 数	计算机测量	人工测量	测量误差	
			绝对值	相对值(%)
手 长	19.02±2.20	18.47±2.16	0.55	2.90
手 宽	8.20±1.01	7.99±0.93	0.21	2.63
足 长	24.93±1.35	24.45±2.76	0.48	1.96
头 长	18.00±2.11	18.05±2.00	-0.05	0.28
坐 高	90.20±9.95	89.24±9.92	1.04	1.17
坐姿眼高	79.09±8.82	77.73±8.66	1.36	1.75
肩 峰 高	61.55±6.93	61.24±6.92	0.31	0.51
胸 背 距	21.31±2.68	21.18±2.65	0.13	0.61
腹 背 距	19.01±2.91	18.66±2.74	0.35	1.00
膝 背 距	53.29±6.36	53.74±6.09	-0.45	0.84
背突指尖	81.97±9.41	82.18±9.18	-0.21	0.26
窝 高	40.07±4.56	39.53±4.43	0.54	1.37
胸中部宽	28.81±3.42	28.88±3.41	-0.07	0.24
肩 宽	41.08±4.77	41.54±4.69	-0.46	1.11
身 高	167.47±6.01	169.27±4.40	-1.80	1.06

表2 人体力学参数测量结果(样本:90)

参 数	质心(cm)			体积(×10cm³)	质量(kg)	惯性矩(×10⁴gcm²)		
	X	Y	Z			X	Y	Z
头 颈	5.99	7.34	16.79	2.92	4.52	4.00	4.10	4.67
躯 干	15.72	9.35	39.97	30.01	25.92	1083.73	1090.74	251.94
右上臂	-4.63	6.20	10.03	1.51	2.17	13.87	13.87	3.02
左上臂	4.63	6.20	10.03	1.51	2.17	13.87	13.87	3.02
右前臂	-3.71	1.43	8.94	0.50	0.74	3.12	3.12	0.41
左前臂	3.71	1.43	8.94	0.50	0.74	3.12	3.12	0.41
右 手	-2.29	1.97	6.33	0.16	0.16	0.15	0.15	0.02
左 手	2.29	1.97	6.33	0.16	0.16	0.15	0.15	0.02
右大腿	7.00	8.75	4.64	5.95	8.54	73.09	73.09	45.75
左大腿	-7.00	8.75	4.64	5.95	8.54	73.09	73.09	45.75
右小腿	7.70	2.34	12.03	1.70	2.52	18.60	18.60	3.68
左小腿	-7.70	2.34	12.03	1.70	2.52	18.60	18.60	3.68
右 脚	2.99	7.58	3.97	0.64	1.07	5.95	0.74	5.95
左 脚	-2.99	7.58	3.97	0.64	1.07	5.95	0.74	5.95
全 身	12.23	11.90	109.43	53.98	61.04	265.03	249.49	2264.90

为了检验本测量方法的有效性,我们还对同一被测人体采用人工方法进行了测量。两种测量方法的结果比较如表 1 和表 3 所示。由于力学参数的人工测量只能获得体重数据,故表 3 只列出了体重(质量)的结果比较。从表 1、表 3 可以看出,形态参数的测量误差约为 3%,力学参数的测量误差约为 5%。因此,用图形图象处理技术来测量人体参数,其结果是可靠的。

表 3 人体体重的人工测量与计算机测量结果的比较(单位:kg;样本:90)

参 数	计算机测量	人工测量	测量误差	
			绝对值	相对值(%)
体 重	61.04±8.76	63.83±9.65	-2.79	4.37

五、结 论

本研究利用图形图象处理技术,对 90 名被试人体参数进行了测量。结果表明,这种测量方法的所得数据与人工测量数据吻合很好。而且,这种测量方法还具有如下优点:

- (1) 在进行人体测量时,不接触被测人体,被试容易接受;
- (2) 测量时间短(约 8 分钟),为完成快速、大批量测试创造了条件;
- (3) 被测人体的图象能长期保存,可进行多次重复测量;
- (4) 本测量方法能实现人体力学参数的测量,这是人工测量难以实现的,因而具有更广泛的用途;
- (5) 人体三维图象重构用链条关系图来完成,为今后进行人体不同姿态的构造创造了条件。

今后,拟将本测量系统小型化,以便于外场大批量测试;此外,还将对 Internet 网上的尸体切片作仔细分析,确保人体切割部位的准确定位,以提高测量精度。

参考文献

- 1 Schlusberg DS, Smith WK, Woodward DJ. Three-dimensional display of medical image volumes. In Proceedings of NCGA, 1988
- 2 Westover L. Interactive volume rendering. In Volume Visualization Workshop Chapel Hill NC, 1989
- 3 Max N, Hanrahan P, Crawford R. Areas and volume coherence for efficient visualization of 3D scalar functions. Computer Graphics, 1990, 24(5): 27-33
- 4 Levoy M. Display of Surfaces from volume Data. IEEE CC&A, 1988, 8(3): 29-37
- 5 Lorensen W. H, Cline. Marching cubes: A High Resolution 3D Surface Reconstruction Algorithm, Computer Graphics. 1987, 21(4): 95-100
- 6 Levoy M. "Efficient Ray Tracing of Volume Data," ACM Trans. Graphics, 1990, 9(3): 245-261
- 7 Ayache N, Faugeras. OD HTPER: A New Approach for the Recognition and positioning of Two-dimensional objects, IEEE Trans. 1986, PAMI8(1): 44-54

【作者简介】 龙升照 男,汉,1942 年 11 月 5 日生。江西吉安人。1965 年上海科学技术大学自动化系毕业。航天医学工程研究所工效学研究室主任、研究员、中国系统工程学会人-机-环境系统工程专业委员会主任、北京市海淀区人-机-环境系统工程研究会理事长。1981 年在著名科学家钱学森的亲自指导下,与陈信教授

共同创立了人-机-环境系统工程理论。1982年,根据人的思维特点,用模糊逻辑方法,创建了人的模糊控制模型。1986年8月至1987年8月,赴美国 Tufts 大学进修。作为项目负责人,已获国家科技进步三等奖1项、部门科技进步一等奖1项、部门科技进步二等奖2项。代表性著作有《人-机-环境系统工程学》,并主编出版了《人-机-环境系统工程研究进展》第一、二卷。国内外发表论文40余篇。

1993年1月被国务院授予享受政府特殊津贴证书。

航空维修中人的失误类型及预防失误的措施

郑 涛 刘志忠

(河南信阳空军第一航空学院)

一、引 言

在航空维修管理学中,人的失误被定义为与正常行为特征不一致的人员活动或与规程不同的任何活动。航空工程维修中的人的失误是由航空工程技术人员人为因素造成的失误。它是造成航空飞行事故的主要原因。因此,我们研究航空安全必须对航空维修系统中的人的行为特点、类型进行分析,并从中找出预防人的失误的基本措施。

二、人的失误统计分布

为了找出航空工程部队人的失误规律,我们根据有关资料记载,对空军某部10年中发生的人的失误进行统计,该部队1984~1994年共发生航空维修人的失误27起,其中,8起导致飞行事故;6起导致地面事故;13起分别造成误飞、伤人和机件损坏。具体统计分布如下:

1. 按年度分

从10年的情况看,1984年发生的人的失误较多,以后逐年减少,1987年至1988年又迅速上升,1989年下降后发展平稳。其中84年5起占18.5%,85年2起占7.4%,86年1起占3.7%,87年4起占14.8%,88年7起占25.9%,89年2起占7.4%,90年2起占7.4%,91年1起占3.7%,92年2起占7.4%,93年1起占3.7%。

2. 按季度分(见附表)

从附表中可见,一、二、三季度发生维修失误较多,共发生22起,占总数的81.5%,特别是第三季度的失误更为多一些。

附表 人的失误按季度统计分布

失误统计	一	二	三	四	合计
人的失误(起)	7	7	8	5	27
占总差错(%)	25.9	25.9	29.6	18.5	100

3. 按机型分

从图 1 中可见,在 A 型飞机上发生的人的失误远远多于在 B 型飞机上发生的人的失误。

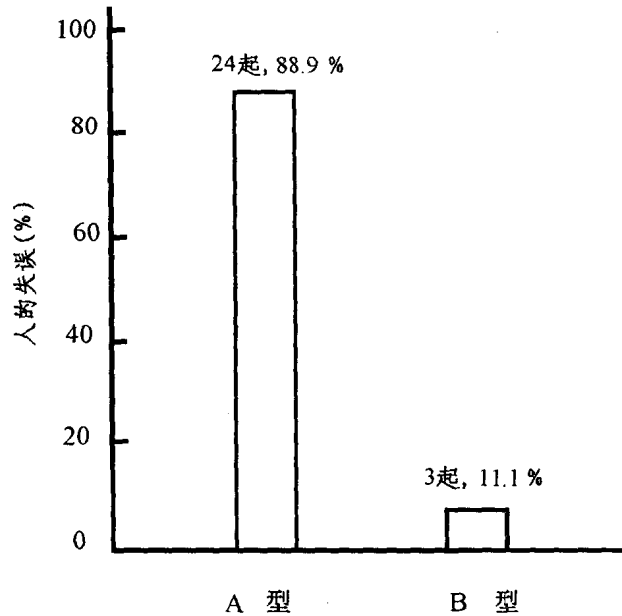


图 1 按机型人的失误统计分布

4. 按专业分

我们可以发现机械专业人的失误比较集中,差错数是其它三个专业总和的 2.9 倍,其中机械专业 20 起占 74.1%,军械 5 起占 18.5%,特设 1 起占 3.7%,无线电 1 起占 3.7%。

5. 按时机分

在航空维修各种不同时机中均有人的失误发生,其中机械日(大检查)发生的失误最多;在机务准备、飞行日和排故中发生的人的失误也占较大的比例。其中机械 9 起占 33.3%,飞行日、排故各 5 起各占 18.5%,机务准备 4 起占 14.8%。

三、人的行为可靠性及失误类型分析

从上述人的失误统计分布情况可以看出,航空工程维修中的人的失误在不同的时空内、不同的专业和不同的机型中,其发生的人的失误的概率是不同的,产生失误的原因也是多方面的,除去飞机在设计制造上存在产生失误的条件(如:飞机结构、机件布局不合理,开敞率低,防失误性能差。)外,其中最重要的原因是航空工程维修人员自身行为的可靠性问题,其特点和类型可以从宏观和微观两个方面去分析。

1. 航空工程技术人员的行为可靠性分析

从宏观上看航空工程技术人员的行为可靠性有两个方面的含义,一是发挥其期望能力的可能程度;二是忠于职守安心工作的可能程度。这两点与航空技术人员自身的积极性、工作态度以及对工作的满意程度紧密相关。而影响维修人员行为的因素很多。例如:恰当的奖惩制度