

Study on the Influence of Stamina to Operating Power of Single-Multimachine Model

Hongyan Ou, Zhibing Pang, Dong Liu, Chengchang Tang

Air Defense Forces Command Academy, Zhengzhou, China

Email: fkb_mmes@163.com

Abstract: For the purpose of deepening the study of operating power of single-multimachine, the text conducted a single-multimachine operating experiment which about the influence of stamina to craftsmanship. Combining the experiment of single-multimachine operating power, via comparing the experiment data of single-multimachine operating experiment, this text analyzed the influence of stamina to operating power of single-multimachine model. Taking the experiment as the example, the article educed the influence result of stamina to operating power of single-multimachine model. This text is very meaningful, it has some practical value to single-multimachine operating power model, and it lays a foundation to thorough study of single-multimachine operating power.

Keywords: Stamina; Single-multimachine Model; Operating Power; Experiment

体能对单人多机操作绩效的影响研究

欧红艳, 庞志兵, 刘 东, 唐承畅

防空兵指挥学院, 郑州, 中国, 450052

Email: fkb_mmes@163.com

摘 要: 为了加深对单人多机操作绩效的研究, 本文进行了单人多机实验。文章中结合实验, 通过对正常操作情况与加体能情况下的单人多机操作数据进行对比研究, 分析了体能对单人多机操作绩效的影响关系, 得出体能对单人多机操作绩效的影响量化结果, 对单人多机操作绩效模型的研究具有一定实用价值, 为下一步深入研究单人多机操作绩效打下坚实的基础。

关键词: 体能; 单人多机; 操作绩效; 实验

1 引言

军人的能力结构体系包括体能、技能和智能。军人的体能是指在特殊环境条件下, 为完成各种长时间、大强度、高标准的军事(战斗)任务所必须具备的融体力、脑力、心力(即心理素质)为一体的综合能力^[1]; 军事技能是军人在军事活动中运用知识和经验, 完成某种任务所必须的技能 and 能力^[1]; 军人的智能是智力和能力的总和, 是军人个体具有的知识、智力和能力组成的多要素、多序列的动态综合体^[1]。现代战争要求军人不仅要有充沛的体能、娴熟的技能, 同时还需要有敏锐的智能, 由于纷繁复杂的环境影响, 军人的体能、技能和智能的最佳发挥往往受到很大制约。

基金项目: 河南省教育厅自然科学研究项目《人的“三能一体化”综合素质的理论与实践》(2007880025)

2 体能对单人多机操作绩效的影响研究实验

为了深入研究体能与技能之间的相互关系, 文中设置了体能对单人多机作业绩效的影响研究实验, 实验对象由某院校 31 名男生组成, 实验过程中, 体能选取了陆军军事训练与考核大纲规定的通用体能训练内容中 10 米×5^[2]往返跑项目, 技能选取了相互独立的单人工机作业器材 A、B、C 进行操作, 通过对体能与技能的结合操作进行综合实验。实验的进行以实验人员 10 米×5 往返跑动作达到熟练程度为前提, 参照军人通用体能训练标准对 A、B、C 进行连贯操作。实验进行时, 及时记录操作人员连贯操作兵器的时间与操作动作错误个数。设置本实验的目的在于分析军人的技能趋于熟练的情况下, 体能消耗对单人多机作业绩效的影响关系。

3 单人多机操作绩效模型

3.1 单人多机系统结构体系

所谓单人多机系统，是指在一个相对短暂的时间段内，由一个人同时操作、控制或管理着两个或两个以上相对独立的装备或仪器。其结构体系如图 1 所示 [3]。

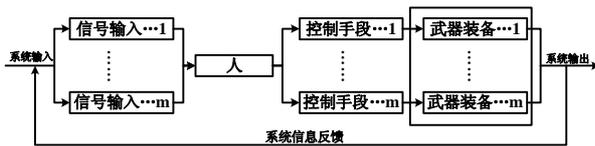


图 1 单人多机系统结构体系图

3.2 单人多机模型构建的假设条件

构建此单人多机操作绩效模型的假设条件有以下几个方面：一是假设程序不变，操作动作数为一定值；二是假设各个操作动作之间不存在相关性，即某一动作的操作不影响其它动作的进行；三是假设操作者身心健康，具备完成此操作的条件；四是假设器材完好；五是假设环境因素不对绩效结果产生影响。

实验人员分别在正常操作和加体能情况下对 A、B、C 三种兵器进行连贯操作时，操作程序固定，每次操作的动作数也一定（均为 33 个），各个动作的操作都相互独立，所选的 31 名实验人员均身心健康，具备完成实验操作的条件，实验中所用到的器材性能完好，实验场地环境适宜，不影响实验操作，符合单人多机模型构建的假设条件。因此，正常操作和加体能后分别对 A、B、C 进行连贯操作是一个典型的单人多机系统。

3.3 单人多机模型的构建

实验过程中，操作人员对 A、B、C 进行了依次连贯操作，为了计算单人多机操作绩效大小，引入单人多机操作绩效模型 [4]：

$$E_m = \frac{R^* (1 - p^m)}{t^m \times h^*} \quad (1)$$

式 (1) 中： E_m 指第 m 次单人多机操作的绩效值（单位为：1/秒），其值越大说明单人多机操作绩效越高，单人多机操作技能越熟练； p^m 指第 m 次单人多机操作的失误率，即第 m 次单人多机操作中失误动作个数与操作动作总个数之比， $p^m \in [0,1]$ ； t^m 指第 m 次单人多机操作的操作时间（单位为：秒）； h^* 指单人多机操作的动作个数，即该次单人多机操作由 h^* 个简单动作组成，其一般由操作类型及操作规范决定； R^* 指单人多机操作过程中的操作精度与操作速度之间的权重比。

4 实验数据采集整理和结果分析

4.1 实验数据的采集与整理

实验过程中，我们把实验对象分成 8 个小组，根据小组对每个人进行排序。在实验的初始阶段，让实验对象进行 10 米×5 往返跑练习和 A、B、C 三种器材的操作训练，当实验对象对 10 米×5 往返跑和 A、B、C 的操作已经达到一定熟练程度后，分别对实验对象进行正常操作和加体能的 A、B、C 连贯操作测试。通过对测试的结果进行采集，得实验数据如表 1 所示。

表 1. 正常与加体能后的单人多机操作数据

操作次数	总动作数	人员序号	正常操作		加体能后		人员序号	正常操作		加体能后	
			时间/秒	错误动作	时间/秒	错误动作		时间/秒	错误动作	时间/秒	错误动作
第 1 次	33	11	310	0	340	1	51	335	1	313	1
第 2 次	33		314	2	281	0		367	1	330	1
第 1 次	33	12	330	2	298	2	52	271	1	286	0
第 2 次	33		343	3	259	3		276	3	313	1
第 1 次	33	13	324	3	369	3	53	353	3	330	1
第 2 次	33		301	2	310	4		351	0	297	3
第 1 次	33	14	268	1	333	2	54	408	6	308	7
第 2 次	33		284	1	282	0		295	7	270	5

第1次	33		283	1	302	1		299	3	293	0
第2次	33	21	336	2	238	2	61	276	0	255	0
第1次	33		328	1	322	2		290	1	295	1
第2次	33	22	344	1	312	1	62	285	3	255	1
第1次	33		287	3	331	1		286	2	324	2
第2次	33	23	321	1	289	1	63	323	2	297	1
第1次	33		363	3	317	2		341	7	327	3
第2次	33	24	306	6	320	0	64	343	6	298	0
第1次	33		296	3	339	1		278	0	254	0
第2次	33	31	311	1	303	2	71	383	2	251	1
第1次	33		266	2	322	1		216	1	242	1
第2次	33	32	266	3	286	2	72	243	2	196	1
第1次	33		332	3	313	4		277	4	266	2
第2次	33	33	280	3	296	6	73	271	1	235	5
第1次	33		369	5	341	2		322	9	321	2
第2次	33	34	328	1	333	1	74	369	4	318	4
第1次	33		389	0	365	2		320	1	280	0
第2次	33	41	370	0	345	2	81	379	0	247	0
第1次	33		304	0	285	1		249	2	241	1
第2次	33	42	265	5	278	0	82	297	3	252	0
第1次	33		344	5	355	2		311	2	268	1
第2次	33	43	321	2	299	2	83	294	2	285	4
第1次	33		324	4	311	5					
第2次	33	44	302	6	326	2					

由式(1)可知,要想求得每一次单人多机操作绩效,必须得知每次操作的动作总个数 h_s 、失误率 p^m 、操作时间 t^m 、和操作精度与操作速度的权重比 R_* 。由表1和表2的数据我们可知 h_s 和 t^m ,并可以通过表中每次操作的错误动作数求得 p^m 。对于操作精度与操作速度的权重比 R_* ,我们采纳专家意见,通过专家打分获得,如式(2):

$$R_* = 1.726 \quad (2)$$

根据式(1)、式(2),可以求得实验对象每次操作的操作绩效,为了对每个人的单人多机操作绩效情况进行对比,我们把两次正常操作与加体能的单人多机操作绩效进行平均,可得每人的平均操作时间、平均失误率和平均绩效,如表2所示。

表2. 正常与加体能后的单人多机操作时间、失误率及绩效对比

人员序号	平均时间(秒)		平均失误率		平均绩效(1/秒×10 ⁻⁶)		人员序号	平均时间(秒)		平均失误率		平均绩效(1/秒×10 ⁻⁶)	
	正常	加体能	正常	加体能	正常	加体能		正常	加体能	正常	加体能	正常	加体能
11	312	310.5	0.03	0.015	163	168	51	351	321.5	0.03	0.03	145	158
12	336.5	278.5	0.076	0.076	144	175	52	273.5	299.5	0.061	0.015	180	173

13	312.5	339.5	0.076	0.106	155	139	53	352	313.5	0.045	0.061	142	157
14	276	307.5	0.03	0.03	184	167	54	351.5	289	0.197	0.182	123	149
21	309.5	270	0.045	0.045	163	187	61	287.5	274	0.045	0	175	192
22	336	317	0.03	0.045	151	158	62	287.5	275	0.061	0.03	171	186
23	304	310	0.061	0.03	162	164	63	304.5	310.5	0.061	0.045	162	162
24	334.5	318.5	0.136	0.03	136	159	64	342	312.5	0.197	0.045	123	161
31	303.5	321	0.061	0.045	162	156	71	330.5	252.5	0.03	0.015	158	204
32	266	304	0.076	0.045	182	165	72	229.5	219	0.045	0.03	219	235
33	306	304.5	0.091	0.152	157	146	73	274	250.5	0.076	0.106	177	187
34	348.5	337	0.0919	0.045	138	148	74	345.5	319.5	0.197	0.091	122	149
41	379.5	355	0	0.061	138	139	81	349.5	263.5	0.015	0	148	200
42	284.5	281.5	0.076	0.015	170	183	82	273	246.5	0.076	0.015	179	209
43	332.5	327	0.106	0.061	141	151	83	302.5	276.5	0.061	0.076	163	175
44	313	318.5	0.152	0.106	142	147							

利用 SPSS 软件对正常操作与加体能后的单人多机操作绩效进行相关性分析[5]，可以得结果如表 3 所示。

表 3. 正常与加体能后单人多机操作绩效相关性

		加体能后平均绩效
正常操作时	相关系数	0.683**
平均绩效	个案数	31

注：** 表示 P<0.01。

同时，根据表 2 可进一步对正常操作的单人多机操作与加体能后的单人多机操作分析得表 4 与表 5。

表 4. 正常与加体能后的单人多机操作单个器材失误率对比

种类	A 器材失误率	B 器材失误率	C 器材失误率
正常时	0.1452	0.1169	0.0260
加体能后	0.1613	0.0786	0.0045

表 5. 正常与加体能后的单人多机操作时间、失误率及绩效对比

操作种类	平均时间 (秒)		平均失误率		平均绩效 (1/秒×10 ⁻⁶)	
	总和	总平均	总和	总平均	总和	总平均
正常时	9708.5	313.18	2.333	0.075	4867	157
加体能	9223.5	297.53	1.652	0.053	5244	169

4.2 结论

由表 3、表 4、表 5 可以得出如下结论：一是正常操作与加体能后的单人多机操作绩效具有显著相关性，即体能与技能的操作是显著相关的；二是在加入体能之后，进行单人多机操作的平均操作时间缩短，平均失误率下降，平均操作绩效提高。

通过深入分析，出现此种结论的原因主要有以下几点：

首先，体能消耗与技能发挥之间是相互联系的，由于体能的加入，单人多机的操作时间、失误率及操作绩效都会发生相应的变化；

其次，在加体能后的单人多机操作初始阶段（操作 A 器材时），由于体力的快速消耗，操作人员出现呼吸急促、心跳加快的现象，操作人员短时间内会感觉肌肉僵硬、四肢乏力，此时操作速度减慢、失误率提高；

第三，随着单人多机操作的继续，操作人员的体力逐渐恢复。之前的体能消耗，相当于后阶段操作的准备活动，其积极调动了人体各部分器官的生理机能，此时操作人员肌肉舒展、视觉敏捷、思维连续、预判能力增强，在这种情况下，操作人员的操作速度提高，操作时间缩短，失误率下降；

最后，尽管加体能后的单人多机操作经历了 A 器材失误率提高，B、C 器材失误率下降的过程，但是由于总平均时间与平均失误率都比正常操作时下降，因此，最终导致加体能后的单人多机操作绩效比正常操

作时的单人多机操作绩效提高。

以上结论还可表明,适当的体能消耗对人体技能的发挥与操作绩效的提高具有一定的促进作用。以文中实验为例,操作手在进行 A、B、C 单人多机操作时,加体能后的平均操作绩效比正常操作时的平均操作绩效提高了 7.64%。

5 结束语

本文设置了体能对技能的影响研究实验,通过分析正常操作和加体能情况下的单人多机操作数据,得出体能对单人多机操作绩效的影响关系结论,并进行了量化分析,对加强单人多机操作绩效模型研究起到了一定的推动作用。当然,本文还只限于以 A、B、C 三种器材组成的单人多机模型为例进行研究,还有待进一步推广到其它类型的单人多机操作绩效模型进行应用。

References (参考文献)

- [1] Shude Zhang, Zhibing Pang, Kun Liu. Study on The Relation of Stamina Craftsmanship and Intelligence of Army man [M]. Publish of HaiYang.2001.P35-39.
张树德, 庞志兵, 刘昆. 军人体能、技能和智能的关系研究 [M]. 海洋出版社, 2001.
- [2] PLA Army Military Training and Examining Outline [M]. PLA Publish. 2008, 9. P35.
陆军军事训练与考核大纲.解放军出版社[M]. 2008, 9.P35.
- [3] Zhibing Pang. Air Defense Forces Man-Machine-Environment Engineer [M] Air Defense Forces Command Academy, 2008, 9. P35.
庞志兵.防空兵人机环境系统工程[M], 郑州防空兵指挥学院, 1999.
- [4] Zhibing Pang, Hailong Hu, Chun Wang, Study on single-multimachine model [M]. Chinese Journal of Ergonomics. 2006, 3.
庞志兵, 胡海龙, 王纯. 单人多机动作的作业绩效模型研究 [J]. 人类工效学. 2006, 3.
- [5] Zhihui Li. SPSS Statistic and Analyze Tutorial [M] Electronic Industry Publish. 2006, 01.P213-216.
李志辉. SPSS 统计分析教程[M]. 电子工业出版社. 2006, 01. P213-216.