

## 自动机床操作工技能培训心理模拟教学研究\*

时勤

薛涛 丁振先 张勇先 阎世安

中国科学院心理研究所

北京手表厂

**[摘要]** 本研究采用心理模拟教学方法对手表自动机床操作工进行了技能培训实验,结果表明:(1)心智技能是制约培训效率的关键要素,应当列为技工培训的重点;(2)本研究创拟的 M-AMS 模式是技工诊断人机系统加工活动的一种优化智力活动模式;(3)M8601 型心理-教学模拟器是培训手表零件加工、精密仪器加工行业操作工技术能力的有效教学仪器;(4)心理模拟教学方法是培训自动化一半自动化系统操作工复杂技能,从而加速整体技术能力形成的有效方法之一。

### 一、问题

技工复杂技能培训是人力资源培训与发展和工程心理学等领域的一项重要研究课题。目前,主要从两方面进行探讨:一方面,是揭示高级技工(专家)诊断人机系统活动的认知模型,以此作为培训员工复杂技能的依据。Ануфриев(1979)等人曾采用理论实验法研究了生产线操作员的职业活动特征,并提出了反映高级技工决策特征的理论模型,但尚未在培训实验中进一步验证;Rouse(1979)、Russell(1984)等人在专家决策模式和行为模拟的有效性方面也做过类似探讨,曾提出用模糊集合模型来研究人机系统中的心理诊断问题。另一方面,是借助仪器模拟等教学手段培训员工技能的方法学研究。近年来,仪器模拟方法在工业、科技和军事等领域得到了较广泛的应用,特别是在军事战术(Erwin,1978)和飞行训练(Hall & Freda,1982)方面有较快的发展,一些学者还对模拟器的设计原则进行了探讨(Cream et al,1978;Adams,1978)。有关仪器模拟存在的问题是,模拟训练的效果如何更好地迁移到实际情境中。

为了探讨上述技工复杂技能培训中存在的问题,本研究提出心理模拟教学的构想:随着现代科学技术的不断进步、工业领域的生产设备自动化程度日益提高,技工复杂技能培训应当突出对心智技能的科学训练,这将有助于从整体上加速技术能力的形成。为此,我们选取手表零件加工生产线操作工为实验被试,进行技能培训的心理模拟教学研究。

我们根据对手表零件加工活动的分析结果,研制了能呈现生产过程中各种问题情境的 M8601 型心理-教学模拟器;为了揭示高级技工(专家)诊断人机系统的认知模型,我们以心理-教学模拟器为实验仪器,邀请该行业高级技工(专家)参加了口语报告实验,通过对专家口语报告的分析,提出了诊断人-自动机床系统生产活动的智力活动模式,即 M-AMS 模式(The diagnostic model of the

\* 本研究是在北京师范大学冯忠良教授的指导下完成的。北京手表厂及其技工学校、北京市一轻工业总公司教育处对本研究予以大力支持,特致谢忱。

man-automatic machine systems)。如下图所示：

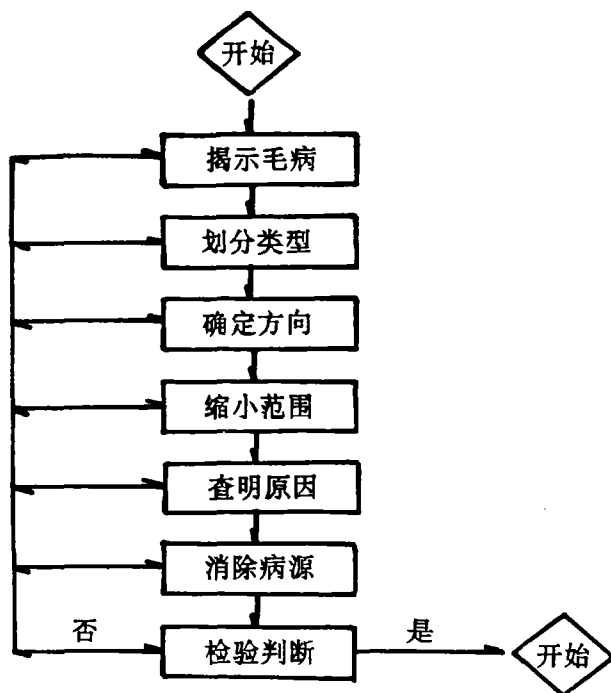


图1 诊断人—自动机床系统生产活动的 M-AMS 模式

在此基础上,编制完成有关擒纵叉铣削加工、纵切单轴自动车床加工和主夹板铣削加工的心理诊断程序图式。本研究急待探讨的问题是,采用心理模拟法揭示的诊断人—自动机床系统生产活动的 M-AMS 模式能否在生产线上操作工技能培训中获得优于常规培训方法的效果,这种心理模拟教学方法能否加速操作工技术能力的形成。

## 二、方法

### 1、被试

实验班(85级2班)和控制班(85级1班)均为北京手表厂技工学校学员。实验前的调查表明,学员已基本学完手表专业教学大纲所规定的专业知识(制图、机械基础、手表结构原理、电工、工程力学等)。过去的教学安排是,技术能力的其他组成要素:操作性知识、操作技能和心智技能的教学在生产实习中进行。而在自动生产流水线上,心智技能的培养是较难进行且易被忽视的内容。为此,本研究决定在实验班学员下车间实习之前,增加培养心智技能的课堂教学内容,而把操作技能、操作性知识的内容仍安排在车间实习时由指导教师传授。控制班学员则在其它条件相同的情况下,按现行方式实习。

对比实验进行之前,我们对两班学生进行了统计比较分析,其统计资料说明,两班学员在年龄、性别方面的情况基本一致。

在擒纵叉铣削加工技术培训之前,对被试分别进行了双手协调能力、机械操作能力、推理能力、

手表专业机械原理的对比测验<sup>\*</sup>,结果表明,两班学员在这些项目的单项测定以及测验总分方面,均无显著差异。

根据上述测验结果,对两班学员采用对偶分组的方法,划分为四个对偶组;控制一组、控制二组、实验一组、实验二组。对偶分组的结果分析表明,各组的组间差异不显著,这使得各对比组被试学员能在同一能力水平上开始技术培训的心理实验。

## 2、培训内容与培训目标

**培训内容:**手表擒纵叉铣削加工。生产工序包括:擒纵叉铣方口、擒纵叉铣斜平面、擒纵叉铣瓦槽、双圆盘铣口等。

**培训目标:**经过一个月的培训,使学员能在某一工序上独立完成生产任务。

## 3、培训方法

### (1)心理模拟教学方法

①教材:自编的实习教程(第一章、第三章和第四章第三节),重点突出本研究创拟的反映心智技能的M-AMS智力活动模式及有关手表零件加工的心理诊断程序图式,学时24课时,一周完成。

②教具:本研究专门研制的M8601型心理-教学模拟器(机动、手动各一台),有关实际生产中铣削加工的教学录相片和常用的检测仪器。图2就是用于课堂心理模拟教学的M8601型心理-教学模拟器,它能根据教学要求,呈现或消除手表零件加工活动中常见的问题情境,供学员和教师操作和诊断。

③教法:心理模拟教学方法是根据心智技能形成规律而设计的,它包括:创设情境、讲解示范、操作诊断、反馈矫正、班组讨论和概括总结六个环节,以保证学员掌握心智技能从模式定向、模式操作到模式内化三个阶段的顺利完成。具体做法是:在课堂培训的过程中,首先由培训教师借助心理-教学模拟器呈现生产中的某一问题情境,要求学员进行操作和诊断,在他们解决问题过程中,教师通过讲解、示范M-AMS模式的应用方法后,让学员在操作和分析过程中模仿这种专家策略,从而使培训内容转化到其头脑之中,初步形成心智技能,然后,在实际生产中巩固所获得的心智技能,并完善技术能力结构中其它要素(如专业技术知识,操作性知识和操作技能)的内容。

### (2)实习车间与生产车间的教学

①教材:生产实习须知和生产设备说明书。

②教具:擒纵叉铣削加工流水线各工序的生产设备和检测仪器。

③教法:实习车间与生产车间的教学仍采用现行的“师傅带徒弟”的方法:实习车间以学员实习为主,给他们充分提供操作机床的机会;生产车间以指导技师完成生产任务为主,学员实习处于从属地位,也能获得操作机床的机会。

## 4、对比实验步骤

(1)第一周,对实验一组、实验二组进行课堂心理模拟教学;控制一组在生产车间,控制二组在实习车间接受培训。

(2)后三周,实验一组、控制一组在生产车间,实验二组、控制二组在实习车间接受培训。对实验班的两个组还应采取措施,以促进课堂心理模拟教学内容的应用。

\* 对比测验采用的仪器、量表和调查题分别是:双手协调能力采用北京师范大学心理学系实验心理学教研室研制的双手协调测试仪;机械操作能力的题目是从张厚粲等所编制的机械能力测验中选用的I、II部分;推理力量表为英国Raven.J于一九八五年提供的瑞文测验量表;手表专业机械原理测验题由同一教师在二班授课后拟定。

(3)第三、四周,由指导技师负责,每日对学员的实习情况进行两小时的施测,并将资料记入实验统计表,直至培训结束。

(4)实习结束时,进行总结性考试。考试采用面试(含口试、调试机床和使用检测仪器)与笔试相结合的方式。

(5)主夹板多工位铣削加工培训的迁移实验,主要考察接受不同方案培训的学员在自动化程度更高的工作环境中的适应能力。培训均采用生产车间培训方法,使用主夹板多工位铣削加工生产线各工序的生产设备和检测仪器。周期为一个月,两班学员分先后进行,只是按照两个教学班收集资料(不再分为四个对照组)。实习结束时,对学员再次进行总结性考试,以对比两班学员对新的工作环境的适应能力和所获技能的迁移效果。

### 5、培训的组织与管理

由于对比实验是在自然情境中进行的,为确保现场实验资料的可靠、完整以及培训过程的正常进行,在实习过程中采用了相应的组织与管理措施:

(1)实验之前,对指导技师进行专门的训练,使他们能按照培训方案的要求进行技术指导。控制班与实验班在生产岗位上的培训是分先后进行的。这样,可以避免相互干扰。

(2)对实验资料的收集方法作出明确、具体的规定,并定期复查收集到的资料。

(3)在整个培训期间,有专人(班主任)负责学员的实习管理工作。

## 三、结果及分析

### 1、对擒纵叉铣削加工学习曲线的分析

根据指导技师所测定的学员每日2小时的实际加工产量(合格零件),绘制出擒纵叉铣削加工产量对比图(图2)。

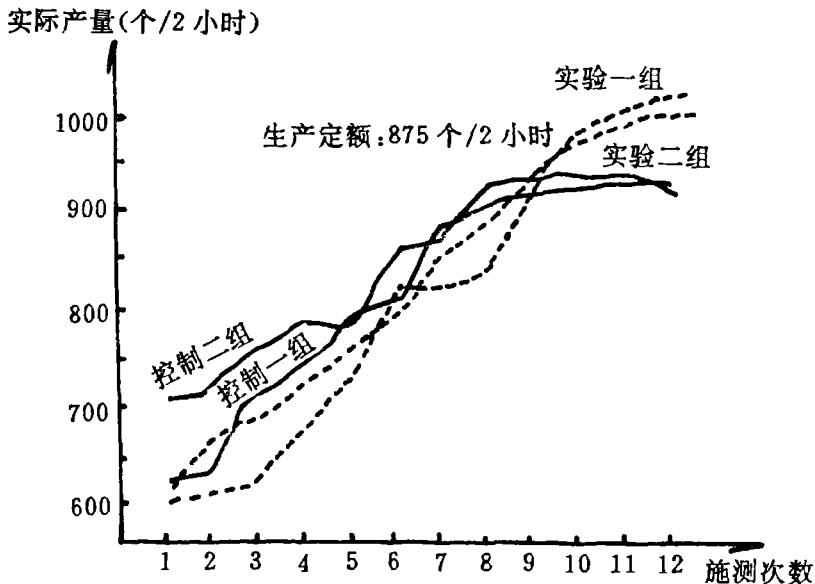


图2 擒纵叉铣削加工产量对比图

从上图可以看出,在测定初期,控制一、二组略优于实验一、二组,这是由于实验班在生产流水

线上的实际操作时间比控制班少一周所致,但是到了测定中期,双方的差距已经消失,接近后期时,控制一、二组处于“高原现象”,加工产量不再上升,而实验一、二组则达到了生产定额(875个/2小时)的要求。从学习曲线的接近趋势看,实验班和控制班内两组之间的差距逐渐减少或消失,而两班之间的差距明显扩大。由于两个对比班之间在培训方法上的差别主要表现在是否进行了课堂心理模拟教学,所以,与现行的实习车间方法相比,心理模拟教学方法更助于提高培训效率。

由此可见,实验班学员的技术能力得到了更好的培养。那么,在自动机床操作工的技术能力结构中,哪些组成要素更有助于整个技术能力的发展呢?本研究通过对指导技师记录的停车时间的分析,获得了更明晰的结果。如图3所示,两个对比班在停车时间上表现出更明显的差异。这说明,控制班的两个组是因为在诊断自动机床加工活动中花费的时间太多,影响了加工产品的数量。而停车时间的长短,往往能反映出操作工分析与判断能力的高低。显然,实验班学员所获得的分析与判断能力明显地高于控制班学员。

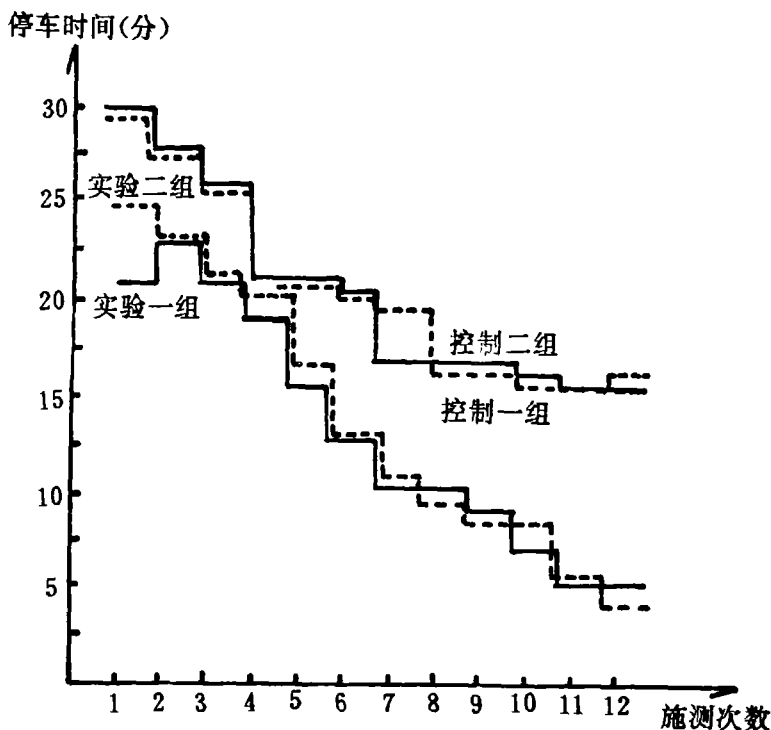


图3 擒纵叉铣削加工停车时间对比图

为进一步证实这一推断,我们根据实际加工量和停车时间,推算出在不停车的情况下双方可续料的数量,从而获得了学员操作技能的学习曲线(见图4)。

从图4的结果可以看到,在测定初期,控制班学员的操作技能水平是优于实验班的。此外,采用实习车间培训方式的控制二组和实验二组也明显地优于采用实际生产线培训方式的控制一组和实验一组。这说明,实习车间为操作技能的形成提供了较好的训练条件。不过,从该图后来的发展趋势看,由于自动机床操作工所需掌握的操作技能的难度不大,实习车间培训方式所带来的优势就随着练习时间的增加消失掉了。可见,在自动机床操作工的技术能力结构中,操作技能已不是起决定性作用的组成要素。

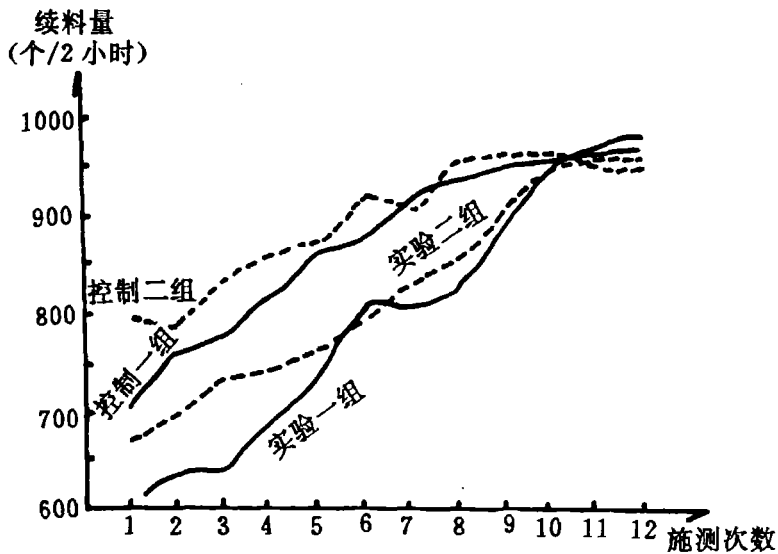


图 4 擒纵叉铣削加工操作技能对比图

对擒纵叉铣削加工学习曲线的动态分析结果表明,接受心理模拟教学培训的学员,技术能力得到了更好的发展。在自动机床操作工技术能力结构中起主导作用的不是操作技能,而是对加工活动的分析和判断能力。那么,这种分析和判断能力究竟是那些要素呢?于是,本研究对擒纵叉铣削加工培训结束前的考核结果进行了分析。

## 2、对擒纵叉铣削加工考核结果的分析

本研究对摆轮车间(即培训所在车间)实习调查试卷的测验成绩进行了统计,得到如下结果(表 1,表 2)。

表 1 擒纵叉铣削加工活动测验结果表

组 别	N	$\bar{X}$	S
控制一组	15	73.73	8.04
控制二组	15	75.67	9.24
实验一组	15	82.6	9.55
实验二组	15	83.6	7.36

表 2 各组平均数之间的差异比较表

	控制二组 (75.67)	实验一组	实验二组
实验一组(82.60)	6.93*		
实验二组(83.60)	7.93*	1.00	
控制一组(73.73)	1.94	8.87**	9.87**

从表 1 所示的测验结果看,实验班与控制班所获得的成绩分布之离散性(S)相差不多,通过变异数分析确定,各组间的差异是显著的。而表 2 所提供的各组成成绩平均数之间的差异比较资料说明,差异主要来自实验班与控制班,这与前述的学习曲线的变化趋势基本上一致的。从控制二组与实验班的两个组之间的差异只达到 0.05 水平看,实习车间的培训方式仍具有一定的作用。不过,现行的实习车间培训方式显然劣于心理模拟教学的效果。实验二组能获得更佳的培训效果的情况说明,将课堂心理模拟教学与实习车间结合起来,可以获得更好的培训效果。

为了进一步探讨技术能力结构中的关键要素,本研究分析了测验内容的各项指标。在最初编制试卷时,我们曾专门就操作性知识和诊断能力方面的内容拟定了不同的题目。从测验结果(表 3)来看,两班测验总分的差异十分显著,而从操作性知识和诊断能力两方面题目的得分看,操作性知识方面的得分并无显著差异,差异主要来自诊断能力。

表 3 擒纵叉铣削加工测验内容差异比较表

测验内容	班别	N	$\bar{X}$	S	$D\bar{X}$	$SED\bar{X}$	CR	P
操作性知识与诊断能力(总分)	控制班	30	74.70	8.42	8.4	2.15	3.907**	<0.01
	实验班	30	83.10	8.25				
操作性知识	控制班	30	42.83	3.51	0.23	0.84	0.274	>0.05
	实验班	30	42.60	3.00				
诊断能力	控制班	30	31.87	6.53	8.63	1.64	5.262**	<0.01
	实验班	30	40.60	6.32				

由此看来,在现行培训中,操作性知识的教学效果还是不错的,只是由于在培训中忽略了作为心智技能的诊断能力,才影响了技术培训的整体效果。从实验所提供的基本事实可以看到,在自动机床操作工技术培训的过程中,作为心智技能的诊断能力,其发展水平的高低往往制约着整个技术培训的效率。这使本研究通过对现代生产发展过程与人的技能的相互关系的理论分析所提出的假设(即心智技能是自动机床操作工技术能力结构中的关键要素,应当列为培训的重点的观点)得到了验证,从而初步揭示出在现代自动化、半自动化系统技术工人能力结构中操作成分和心智成分的主从关系。

### 3、对主夹板多工位铣削加工培训的迁移效果分析

在擒纵叉铣削加工培训结束之后,学员来到自动化程度更高的夹板车间,接受一个月的主夹板多工位铣削加工的培训。培训结束时,采用“夹板车间的实习调查试卷”对两班学员进行了诊断能力的测验,其结果如下表(表 4):

表4 主夹板铣削加工诊断能力对比表(一)

被测类别	N	$\bar{X}$	S	$D\bar{X}$	$SED\bar{X}$	CR	P
控制班	30	55.20	9.90	28.57	2.28	12.53**	<0.01
实验班	30	83.77	7.65				

对比测定结果表明,实验班在主夹板铣削加工活动中所表现出的诊断能力,明显地优于控制班。这说明,实验班学员通过心理模拟教学所获得的智力活动模式,不仅能在擒纵叉铣削加工活动中得到具体化,而且能够迁移到主夹板多工位铣削加工的诊断活动中。而控制班的学员,即使在摆轮车间实习考核中取得好成绩的学员,在自动化程度更高一些的主夹板铣削加工的诊断活动中,也显得束手无策。这说明,经验式的技能传授所培养的技工,即使对某一工序技术掌握得相当熟练,一旦设备更新,也很难在短期内适应生产技术更新的要求,而这种适应能力正是心理模拟教学特别注重的。

那么,经过心理模拟教学培训的学员,在诊断能力上究竟达到了怎样的水平?为查明这一问题,研究者从夹板车间多工位联动机操作工中,随机抽取10名技工(其中工龄二年者3名、工龄五年左右者5名、工龄十年者2名)进行了同一内容的测验。其对比结果如下:

表5 主夹板铣削加工诊断能力对比表(二)

被测类别	N	$\bar{X}$	S	$D\bar{X}$	$SED\bar{X}$	T	P
实验班	30	83.11	7.65	1.03	1.36	0.757**	>0.05
技术工人组	10	84.8	3.88				

测验情况表明,技术工人组成绩略高于实验班,但二者的差异未达到显著性水平。通过对技术工人组考核情况的进一步分析发现,初、中级技工在诊断能力测验中得分的增多,是与工作年限的增长趋势相一致的\*。

分析结果说明,研究者拟定的调查试题与实际生产在诊断能力方面的要求是相符合的。因此,该调查试卷是有效的。从测验结果看,二年工龄组3名技工的平均成绩还略低于实验班。那么,经过心理模拟教学培训的学员与二年工龄组的技工在诊断能力方面究竟有何差距?这可以通过专家评审来判定。

#### 4、对评价小组的测定结果与个案资料的分析

为了鉴定心理模拟教学的成效,由北京手表厂技术主管部门、劳动人事部门、生产实习车间和技工学校有关人员组成专家评价小组,对实验二技术工人组中3名处于下限水平的二年工龄组技工(2级工)和随机抽取的3名实验班学员,进行了主夹板多工位加工活动诊断能力的对比测定。评价小组按五分等级进行了评分,根据专家们提供的评分资料,获得了如下测定结果:

\* 我们曾就这10名技工的技术水平访问了所在车间负责人,他们的评价是,工龄较长的几位技工解决问题的能力较强。



专家评分(X)

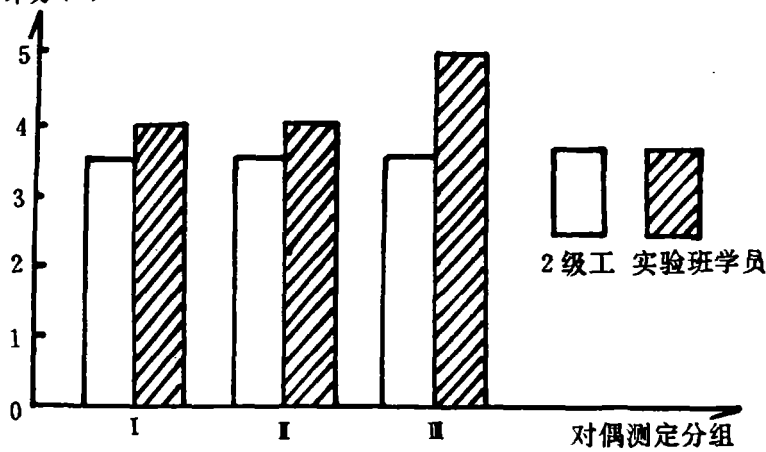


图5 诊断能力专家测定结果图

从实习鉴定会的评审情况看,实验班学员的得分均略高于2级技工。评价小组的鉴定意见指出,“经过心理模拟教学的学生能较准确地发现生产中的问题,分析中条理性强、全面,抓住要害,且能提出相应的解决措施;而工作两年的高中毕业技校生,虽然已有一定的实际经验,但回答问题欠条理性、不够全面,错误判断有之。因此,实习生在主夹板多工位铣削加工活动的诊断能力方面,已经达到了工作两年左右的技校毕业生水平”。

#### 四、结论

1、在自动机床操作工的技能培训中,心智技能是制约培训效率的关键要素,应当列为技工培训的重点。

2、本研究所创拟的M-AMS模式是技工诊断人机系统加工活动的一种优化的智力活动模式,它有助于提高技工的心智技能。

3、本研究所研制的M8601型心理-教学模拟器是培训手表零件加工、精密仪器加工行业操作工技术能力的有效的教学仪器。

4、心理模拟教学方法是培训自动化、半自动化系统操作工复杂技能、从而加速整体技术能力形成的有效方法之一。

#### 五、参考文献

- [1] Rouse, W. B. Problem-solving performance of maintenance trainees in a fault diagnosis task. Hum. Factors 21: 1979a.
- [2] Rouse, W. B. A model of human decision making in fault diagnosis tasks that include feedback and redundancy, IEEE Trans. Syst. Man, Cybern. 9: 1979b.
- [3] Russell, J. S., Wexley, K. N., Hunter, J. E. Questioning the effectiveness of behavior modeling training in an industrial setting. Personnel Psychol. 37: 1984.
- [4] Erwin, D. E., ed. Psychological fidelity in simulated work environments. Proc. Symp. Ann. Meet.

Am. Psychol. Assoc. , 86th, Toronto. 1978.

- [5] Hall, E. R. , Freda, J. S. A comparison of individualized and conventional instruction in navy technical training. Tran. Anal. Eval. Group Tech. Rep. 117, Orlando. Fla, 1982.
- [6] Cream, B. W. , Eggemeier, F. T. , Klein, G. A. A strategy for the development of training devices. flum. Factors 20; 1978.
- [7] Adams, J. A. On the evaluation of training devices, Presented at Am. Meet. Am. Psychol. Assoc. , 86th, Toronto, 1978.
- [8] 时勤、薛涛编,《自动机床操作工心理模拟教学实习教程》(供技工学校实习学员用),北京手表厂技工学校印制,1986年9月。
- [9]. 北京手表厂专家评价小组,《关于心理模拟教学实习的鉴定意见》,1986年12月23日,北京手表厂技工学校印制。