

计算机专家系统应用

[德] P. 麦顿斯 V. 波科维斯基 W. 盖尔斯 著

周 鹰 译

鲍寿柏 审



南京大学出版社

计算机专家系统应用

[德] P. 麦顿斯 V. 波科维斯基 W. 盖尔斯 著

周 鹰 译

鲍寿柏 审

南京大学出版社

1996 · 南京

原著以德文出版

原著名: Betriebliche Expertensystem-Anwendungen

作者: P. Mertens, V. Borkowski, W. Geis

版权拥有者: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg

1988, 1990, 1993. 保留所有权力

计算机专家系统应用

[德]P. 麦顿斯 V. 波科维斯基 W. 盖尔斯 著

周 鹰 译

鲍寿柏 审

*

南京大学出版社出版

(南京大学校内 邮政编码: 210093)

南京豪利电脑照排中心照排

江苏省新华书店发行 南京通达印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 24 字数: 596 千

1996 年 11 月第 1 版 1996 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1—2000

ISBN 7-305-02985-8 / TP·156

定价: 29.80 元

代 序

本书以在德国巴伐利亚知识系统研究中心建立并维护四年之久的专家系统应用项目数据库为基础,收录了世界各国开发并应用的基于知识系统。

对于本书中文版的出现和人们在世界上人口最多国家中可读到他,我们感到非常高兴。

本书在中国的出版发行,正是这个国家经济快速发展时期,而在这个时期,现代化企业经济方法的应用是十分重要的,其中也包括人工智能的各个重要部分。

周鹰先生以他出色的德语知识为基础,经过努力工作,把本著作译为中文,我们对此表示感谢。

P. Mertens, V. Borkowski, W. Geis

1996. 2. 18

译 者 的 话

作为人工智能(AI)中最重要的研究领域之一,专家系统(Expert System)正在受到许多国家研究机构的极大关注和重视,纷纷投入巨大力量对专家系统的基本理论、开发策略和工具等进行深入的研究。越来越多的专家系统在工业、农业、军事和其他经济部门的成功应用,解决了许多过去采用传统程序很难解决或不可能解决的问题。专家系统的良好应用效果,促使人们带着极大的热情在许多不同领域中开发和应用专家系统。可以说,掌握和应用专家系统已成为提高效率、降低成本、改善服务、获得竞争优势的重要因素之一。

由于专家系统的研究不但需要计算机科学方面的知识,还涉及到哲学、逻辑学、思维科学及生物学等许多基础学科。而在许多基本理论的研究上还远远未达到所期待的水平。虽然从理论研究的角度已产生了多种专家系统的开发方法,但是由于每种方法所带有的局限性,在实际的开发过程中还有许多问题有待于研究和解决,还不能指望每个按“方法”所进行的项目开发工作都取得希望的效果。从实用角度来看,更为直接和有效的方法是了解那些在相同领域中用于解决相同任务(或相似任务)的已开发专家系统的情况,从中吸取经验和教训,避免走相同的弯路。经过这样的参考和借鉴,可以使得许多专家系统项目的开发工作加快速度,提高成功率。这个观点已被大多数专业人员所接受。

正是出于这种考虑和促进专家系统在各领域(特别是在经济领域)中的应用,由德国著名教授麦顿斯先生(Prof. Dr. Dr. h. c. mult. P. Mertens)领导的德国巴伐利亚知识系统研究中心(FORWISS),经过多年的努力建成了一个专家系统数据库,在其中存有世界各国开发成功并实际应用的专家系统应用项目。根据数据库收集的信息,麦顿斯教授和另外两位博士编著了此书(原名为:Betriebliche Expertensystem-Anwendungen)。该书已三次再版。本书根据第三版译为中文,主要介绍了在1988年1月至1993年7月期间文献中发表的2100个实际运行系统和原型(Prototype),并对行业应用概况、应用领域选择、专家系统在数据处理环境中的集成和专家系统开发成败原因等进行了讨论和说明。由于该书所具有的实用价值和资料的现实意义,对从事专家系统研究、开发和应用人员以及想了解专家系统发展现状的科技工作者、研究生、大学生都有重要参考价值。

为了保持与原书中专家系统项目名称的一致性,也便于读者查询的需要,在本书译文中专家系统的缩写采用XPS(德文缩写),而不是采用通常的ES(英文缩写)表示法。

本书在出版过程中得到了南京大学出版社的大力支持。在录入、修改和成稿过程中,得到吴前定、周燕、官桦等同志的帮助,借此机会向他们表示衷心的感谢。

由于时间仓促,水平有限,此书的译文一定仍有许多不足甚至是错误之处,敬请有关专家提出宝贵意见。

译 者

1996年4月

目 录

1. 引言	(1)
2. 资料收集的方法和界线区别问题	(2)
2.1 资料收集问题	(2)
2.2 研究方法	(2)
2.3 界线区别	(3)
3. 分类	(5)
4. 应用效果	(8)
4.1 在管理和操作方面的应用效果	(8)
4.2 在战略方面的应用效果	(11)
5. 用于选择专家系统项目的检查表	(13)
6. 企业中的专家系统	(15)
6.1 选择和描述	(15)
6.2 统计概况	(15)
6.3 专家系统在工业企业的各个功能领域中应用	(19)
6.3.1 研究、开发和产品设计中专家系统应用	(19)
6.3.2 市场营运及销售中专家系统应用	(51)
6.3.3 供应和仓储领域中专家系统应用	(79)
6.3.4 生产领域中专家系统应用	(84)
6.3.5 货物发送领域专家系统应用	(145)
6.3.6 用户服务中专家系统应用	(153)
6.3.7 资金供应领域专家系统应用	(161)
6.3.8 财会及其监控领域专家系统应用	(168)
6.3.9 人事经济领域专家系统应用	(174)
6.3.10 管理领域专家系统应用	(181)
6.3.11 战略性计划及领导领域中专家系统应用	(210)
6.4 专家系统在银行业中应用	(221)
6.4.1 概况	(221)
6.4.2 表格式概况	(224)
6.4.3 选择进行基本描述的系统	(236)
6.4.4 集成关系	(243)
6.5 专家系统在保险业中应用	(244)
6.5.1 概况	(244)
6.5.2 表格概况	(247)

6. 5. 3 选择进行基本描述的系统	(252)
6. 5. 4 集成关系	(255)
6. 6 专家系统在咨询和审计业中应用	(256)
6. 6. 1 概况	(256)
6. 6. 2 表格式概况	(260)
6. 6. 3 选择进行基本描述的系统	(266)
6. 6. 4 集成关系	(270)
6. 7 专家系统在商业企业中应用	(270)
6. 7. 1 概况	(270)
6. 7. 2 表格式概况	(271)
6. 7. 3 选择进行基本描述系统	(274)
6. 8 专家系统在交通行业中应用	(275)
6. 8. 1 概况	(275)
6. 8. 2 表格式概况	(276)
6. 8. 3 选择进行基本描述的系统	(283)
6. 9 专家系统在农业中应用	(287)
6. 9. 1 概况	(287)
6. 9. 2 表格概况	(289)
6. 9. 3 选择进行基本描述的系统	(294)
7. 不成功项目开发的原因	(295)
8. 专家系统综合发展形势评述	(297)
附录一 缩写词表	(300)
附录二 资料来源索引	(301)

1

引言

尽管来自共同的理论基础，不同类型和应用领域的知识系统（WBS）及专家系统（XPS）具有相当大的差别。在专家系统的概念中，系统的结构只有条件的保留下知识体（Body of Knowledge）部分。更为有效的方法是了解和借鉴近似问题的解决方法（在相同的领域，具有相同的功能，用于解决相同的或近似的任务）。

为了支持德国的有关研究工作，在巴伐利亚知识系统研究中心，建立了一个数据库，其中存入了所有我们收集的、并可在实际中应用的专家系统。它们是一些系统原型（Prototype）或运行系统（Running System）。我们希望借此帮助专家系统的开发者，获得一个当前专家系统应用项目的概况和取得一些对开发自己系统有用的信息。同时也可以对有关的科学工作者、研究生和大学生了解掌握相应领域中的专家系统及发展状况提供帮助。

本书收入的信息直到 1993 年 7 月，涉及世界范围内 2100 个已投入实际应用的专家系统项目（或可实际应用的专家系统原型）。

● 通过一个检查表（Checklist），希望帮助开发人员选择成功可能性较大的专家系统开发领域。

- 相对于前两版，本版增补了各应用领域中应用专家系统可获得的操作性和战略性功效。
- 用图形方式描述了专家系统在各领域的集成化数据处理环境中的关系。
- 通过不成功系统的观察研究，对专家系统项目开发失败的原因进行了讨论。

2

资料收集的方法和 界线区别问题

2.1 资料收集问题

在资料收集上我们认为存在以下几个问题：

1. 在专家系统概念上，存在着相当严重的不确定性。其中一部分传统的决策支持系统被称为专家系统；另外有这样的情况，许多系统的开发者尽管其系统具有相当多的基于知识部分，仍然避免称之为专家系统或者人工智能，他们认为这样不够严肃。

2. 在系统或决策支持系统中，基于知识的部分与其他程序在一个系统内工作。例如：模拟器、表格计算模块、超级文本界面、图形部分等。由此增加了界线区别的困难。什么样的比例可称为 WBS，在系统中基于知识部分是占 10%，还是约占 50%。

3. 科学研究和科学实践的进步与迅速发展，新的思想和原型的产生及其他一些因素，使得原系统沦为不成功的系统。

4. 几乎没有可能制定一个明确的标准判断一个专家系统 (XPS) 的实用化，即可称之为“Running System”。

5. 另外，成功的专家系统应用项目在公开发表的文献中常带有许多模糊性，甚至错误的建议（有时还会有超前发表情况）。基于知识系统在企业中被看作“战略性武器”，它的应用有竞争领先的作用，因此对其进行保密。

2.2 研究方法

考虑到以上的困难，我们采用两种方法进行：

1. 采用所谓的雪球探索 (Scheeball studie) 方法，用来从“知情者”那里获得有关意见和概况。这对在德语区范围内存在或开发，但未在专业文献上发表的项目具有特别意义。

2. 另外，对有关文献进行调查，获取世界范围的信息。

“雪球探索”的调查过程如下：

除了在文献方面的调查，我们与出席专业会议和参加博览会的专业人员交谈，他们在我们的调研中被称之为“增值器”（例如：专家系统方面的专家、正在进行相应的研究项目的科技人员、从事企业信息系统研究和开发的软件公司和企业顾问人员以及人工智能 (AI) 工具软件生产商和大企业信息部门的负责人）。我们与之不仅仅讨论他们自己的观点、项目和结果，还有他们的意见，并要求他们介绍其他的专业人员和文献材料。通过这种方法使我们获得所需要的概况。对那些可以演示和实现的项目，我们不仅与系统结构的设计者接触，还与应用者接触。这是调研控制者的责任之一。

在过去的一年中，我们大约与 250 个专业人员进行了这样的交谈和讨论。

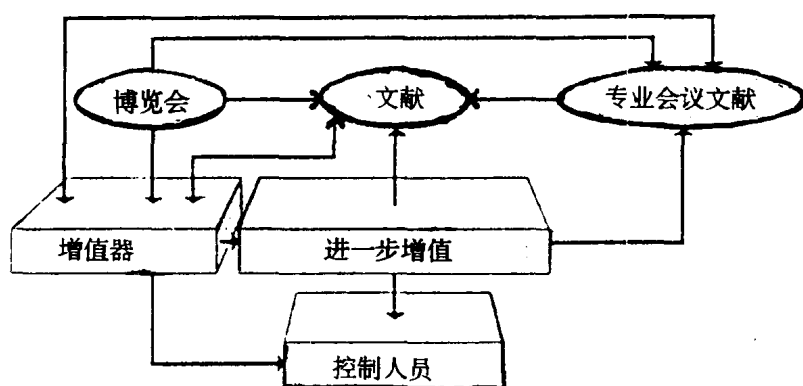


图 2.2/1 资料收集的方法

2.3 界线区别

关于专家系统 (XPS) 与知识系统 (WBS) 之间定义性的区别是不统一的。在专业界，对于一个基于知识的系统与传统的处理系统或决策支持系统的区别标准，仅仅是知识部分与推理部分的分离。这个特征是必要的，但是不够的。例如：这样一来许多决策表系统也会被称为专家系统。比较集中的看法是：一个专家系统不但有知识部分和推理部分，还应有解释部分存在。

W. Wahlster 指出以下界线区别特征：

在规则选择时进行样本比较。

根据一个事先确定的规定对规则冲突进行解决。

规则的链接。

推理部分的回溯功能。

解释部分具有对规则的跟踪能力并能给出状态相关的解释文字。

这个标准首先适用于以规则为基础的系统，目前这种系统占统治地位。

另外的界线区别观点是，只要人们不能事先确定系统输出问题的答案，一个决策支持系统可看作专家系统。由于这种认识有相当的模糊性，几乎不能用来操作，最好人们可在一些单个情况下做实验，它类似于调节测试 (Turing-Test)，只不过这种测试不适合具有大量附属材料的汇集。

对于那些在总系统中存有部分基于知识内容的系统，我们倾向于收入资料之中。从企业实际工作的观点来看，只要一个决策支持系统产生较好的决策基础和提出合理的处理意见，那末关于该系统的基于知识部分所占比例大小是否作为专家系统的疑问，没有任何意义。这种系统是受企业欢迎的。另外的理由是，人们看到一系列的决策支持系统，它们原本采用传统的技术实现（例如：决策表或第三代编程系统），而现在正在向专家系统方向进行继续开发。

在系统状态方面的界线区别困难是所谓的原型 (Prototype) 与运行系统的区别。

这可从以下例子中看出：

1. 一个用于家用电器诊断的专家系统，能很好的用于外勤维修人员的培训，但不适用于实际外勤服务。

2. 一个用于马达诊断的专家系统，经过有经验的质量控制人员的长期使用后，对该系统非常之熟，不再需要系统帮助就可得出相同的答案，程序应用进入“睡眠”，直到新的质量控制人员启用，程序又开始使用，直到他用熟。

3. 一个专家系统在实际中仅暂时性的投入工作，周期性的不被使用（它需要改进并适用于传统的数据处理环境，在此期间不工作）。

在以上三种情况下，人们是否可把这些 XPS 称之为在实际中可操作的 XPS 是一个问题。这里我们把前两种情况看作是肯定的，而第三种情况根据定期的次数看作运行系统。

我们承认，在我们资料收集和界线区别中的这种“思想”是不能令人（特别是理论家）满意的，这也是我们工作中一个薄弱环节。

3 分 类

大量的分类和文献中关于分类的思想表明，分类一般是按任务类型进行的。为了使资料的收集符合目的需要，我们按以下进行分类：

诊断系统：系统考虑到不确定知识，在大量数据简化基础上对情况进行分类。

例如：在生产过程中发现薄弱环节。

专家鉴定系统 (Expertise system)：应用诊断获得的数据草拟情况报告，它也可能作为顾问系统中一部分而存在。

例如：年终结算分析的产生。

顾问系统：通过人机对话，对要求的情况提出处理建议。

例如：生产故障排除的指示。

智能检查表：用于决策中记忆的支持和理解的保证，它可能作为顾问系统或诊断系统的部分而存在。

例如：行政管理进程的控制。

选择系统：用于帮助从众多的可能中作出选择，它可能作为配置系统或计划系统的组成部分而存在。

例如：挑选一种铸铁生产的方法。

配置系统：以选择的过程为基础，在考虑到用户要求、接口、协调性和参数情况下组合成复杂的构成物。

例如：按用户要求对计算机系统进行配置。

计划系统：接受与选择系统和配置系统相似的任务，并考虑到存在的连续性。

例如：工序计划。

理解系统：一般用作传统决策和计划系统的帮助。通过系统应用，可使一些经过训练的应用者将传统方法简单应用。理解系统进一步的含义可分为狭义和退出式系统。前者帮助在可能范围内的挑选（例如：从库中选择方法、挑选参数和挑选运行程序）。后者用于向应用者解释方法或模型应用的结果。

例如：生产过程仿真的支持。

主动式帮助系统：建立人机对话的主动帮助，也就是不需要使用者请求的帮助。使应用者在出错前就得到帮助，使问题的解决过程更有效。主动式帮助系统的一个表现形式是：评论系统。在人机对话中当应用者有概念错误时，系统进行干预。

例如：帮助使用操作系统。

教学系统：是基于知识的计算机支持教学系统（例如：应用者模型，智能检查表，理解系统，主动帮助）。

例如：对外销人员进行新产品知识培训。

决策系统：不偏离一定的参数界线进行自动化决策。

例如：邮件接收的自动分类和自动分派给业务人员。

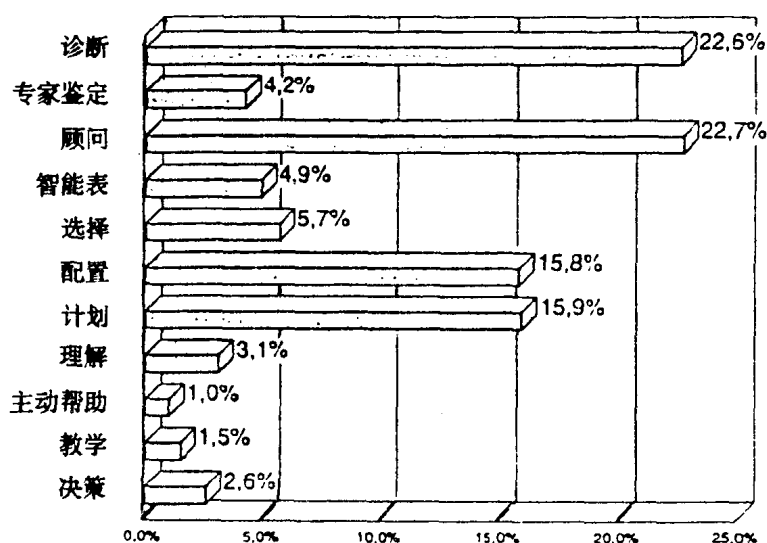


图 3/1 专家系统按任务类型分类

这种比较细致的分解可能使得指定内容的范围不清晰并出现互相重叠现象。例如：按上述计划系统定义，就有可能与配置系统或选择系统相互重叠。

归纳中的另一个问题是，大多数的诊断系统具有纠错的思想，并有相应的措施，这样的系统就可以称之为诊断—顾问系统。

按照上述的分类思想，对我们已知的 3300 个专家系统按其各自任务类型进行归类的描述，可参见图 3/1。

从图 3/1 中可见，任务类型中的诊断、顾问、配置和计划特别适用于专家系统的应用，这四组应用类型覆盖了整个应用的 75%。值得注意的是在计划系统之中，大部分是采用顺序计划方式。

在图 3/1 中描述的结果与在德语区中实际运行系统的情况是一致的，其 257 个系统直到 1993 年 7 月被证明，还在实际运行：

- 50 个 用于各方面的配置系统；
- 41 个 用于生产的诊断系统；
- 12 个 用于顺序任务计划或生产控制的系统；
- 11 个 用于参考大量规定内容的系统；
- 9 个 用于产生工作计划的系统；
- 8 个 用于各种企业诊断内容的系统；
- 8 个 用于资金筹措和投资的顾问系统；
- 8 个 用于保险申请费用标准的顾问系统；
- 7 个 用于支持车间控制和生产控制技术的系统；
- 7 个 用于风险评估的顾问系统；
- 6 个 用于支持航空公司的计划系统；
- 6 个 用于支持过程控制的系统；

- 6 个 用于贷款可靠性检查的系统；
- 6 个 用于银行后台应用的系统；
- 5 个 用于原料选择的顾问系统；
- 5 个 用于老年供养问题的顾问系统；
- 5 个 用于专家鉴定的专家系统；
- 4 个 用于资助选择的顾问系统；
- 4 个 用于人员使用的计划系统；
- 4 个 用于数据分析及预测的系统；
- 3 个 用于数据处理项目执行的顾问系统；
- 3 个 用于任务检查和监督的系统；
- 39 个 其他系统。

特别值得注意的是，尽管配置式知识系统在专家系统原型中处于诊断系统和顾问系统之后居第三位，但在运行系统中，配置系统是第一位的。可以设想，配置式的知识系统与其他系统类型相比较，在原型阶段之后更容易在实际中应用。

4

应用效果

专家系统的应用效果主要是在管理和操作方面。一个好的专家系统具有提高企业战略地位的作用。应用效果类型的归类往往会产生一些重叠，特别是像所谓的“提高竞争能力”、“知识增值”和“知识安全”等。

4.1 在管理和操作方面的应用效果

有益的效果或作用按以下进行系统化（这种系统结构将在我们表格内应用）：

● 提高理解能力（AK）

对一些程序和方法的使用，要求最好能使一些外行人能较容易理解。一些专家系统，特别是理解系统对此有很大帮助。

例如：一个复杂台式印刷系统的理解。

● 多种替代可能的考虑（AL）

这方面知识系统的作用类似于仿真。在设置好的专家系统（XPS）中，系统在多种选择中“过滤”出需要的中间结论，并以此向下继续搜索。在对话中所用时间少于在线式仿真。专家系统的解释部分可使应用者对系统提出的建议进行反向跟踪，而一个大范围的仿真难于做到对解题空间进行彻底的检查。

例如：一个基于知识系统在用户任务修改后检查重新安排的可能性。

● 工作的统一性（AV）

过去许多需要多人进行的工作现在可以由一个人来承担，这通常要通过有目的的功能集成来达到。

例如：一个从事外勤服务的工作人员，可以使用便携式计算机与用户一起商谈和计算用户需要的配置及设备变化。基于知识系统使外勤服务人员可以在用户处对一些技术细节进行解释，否则，需要中心的开发工程师来做这些事。因为用户服务的不中断，节省了时间，使用户满意，还可以节省工作时间和旅费。特别是对外国用户的服务，专家系统的应用效果更明显。

● 减少执行和反应时间（D）

执行和反应时间的减少，在销售、生产和其他功能部分，将使工作统一性得到改善和决策的支持。

例如：上面例子也能反映本功能效果，能在当地制定供货报价。

● 独特性（I）

数据处理和其他一些合理化技术往往具有处理过程机械化和呆板的弱点，而应用知识系统可以使之得到改善。

例如：产品的改型和服务内容的增减可以按照用户的要求分解，而不是呆板的目录式的

方案。

● 提高复杂问题的处理能力 (K)

在问题非常复杂的情况下, 专家系统具有比一般人 (没有专家系统作帮助) 更加良好的判断能力。有时候把这种能力称之为“人脑放大器”。

例如: 用户独特的产品变型可由大量的相互依赖的或孤立的构件, 按不同的目的标准进行组合。

● 标准化 (N)

通过在大型企业的不同部门调用相同的专家系统 (XPS), 对同样的问题类型将得到一个协调一致的处理过程。

例如: 对于可能产生不一致问题的财务处理过程, 应当由一个事先确定的专家系统进行标准化处理。

● 合理化 (R)

专家系统可以节约时间, 从而减少相应的开支。

例如: 一个专家系统按照产品特点和库存清单自动产生工作计划。

● 可靠性/ 完整性/ 正确性 (SV)

专家系统可对状况和运行进行可靠的判断, 其征状 (正常、故障等) 以较大的可能性方式被识别并明确的提示。

例如: 一个与工业大型设备相联的知识系统 (WBS), 可部分自动化地诊断设备故障。

● 竞争优势 (WE)

通过自己产品功能的提高 (优于竞争对象的产品), 使企业具有竞争优势。

例如: 一个装备有专家系统的医学仪器, 可以对测定的数据进行专家鉴定。

● 知识的安全性 (WI)

专家的知识被存于系统的知识库中, 当专家因某种原因离开后, 其知识还可继续为企业服务。

例如: 在一位质量工程师离开后, 知识系统 (WBS) 可接替产品质量控制工作。一个由操作人员长时期运行系统所积累的启发式知识, 将在知识系统中支持过程的控制。

● 只需较少的高水平工作人员 (WQ)

专家系统的应用使企业只需要较少的高质量、高报酬的人员, 同时企业也减少了对个别业务专家的依赖性, 他们的工作岗位也可由其他人员来替代。

例如: 不具备设计和开发工程师专门知识的销售人员, 也可以在 XPS 的帮助下, 制定简单或一般难度的产品变型方案。

● 知识的增值 (WM)

专家系统 (XPS) 的这种作用, 使得一般工作人员可以使用最优秀业务专家的知识而不需与专家接触。

例如: 一个用于设计的知识系统存有最优秀设计家的知识和诀窍, 用户的愿望可在设计中被最恰当地考虑, 等等。而一个较少经验的设计师在系统的帮助下也可进行很好的设计。

● 较少的人员培训需求 (WS)

可以减少和避免一些高级人员培训措施。

例如: 专家系统可以对复杂产品的管理提供支持。在系统的知识库中有产品的最新修改和扩展情况。当产品以一个新型号生产时, 不需要人们对管理技术人员每次都进行培训。

应用效果在实际中有时也是有数量意义的 (产量增大等), 而这方面可归属于“减少运行

和反应时间 (D)”，“较少的人员培训需求 (WS)”，“合理化 (R)” 和 “可靠性/完整性/正确性 (S)” 的范畴。表 4.1/1 中是一些挑选的例子。

表 4.1/1 关于数量性应用效果的例子

应用效果	专家系统任务	关于数量意义应用效果	资料来源
AL, I	通过银行进行有价证券买卖的咨询	有价值投资建议的比例从 60% 升至 90%	1868
AV	在考虑到种种复杂规定下填写出差结算表	旅行人员可自己做出正规结算，管理人员仅需进行单据检查	1772
D, R	计算设备的配置	对超过 50% 的配置要求，不再需要查询销售工具书	373
D	对一个多步骤的生产委托进行顺序式计划	减少非标准运行时间大约 30%。与其他系统一起可避免倒班，减少资金占用。特别是在半成品生产中节约大约 50%	2120
R	电话交换机上故障定位	减少文档花费大约 70%，错误从每天 2500 个降至每天 100 个	1983
R	对各种网络接口上往来支付的信息进行分析、分类和格式化	对涉及并处理信息的时间从 300 秒降至 90 秒	1014
R	过程计算机和包括系统软件配置安排	有 3000 种配置组合的计算机系统，年节省工作时间 7000 工作日	700
S	判断是否发放信贷	这个 XPS 达到近似于最好专家水平 (100 分) 的 96.5 分，高于一般工作人员的平均水平 (85 分)。系统与人相比少拒绝申请大约三分之一，这导致营业额上升，同时证实系统对那些无偿还能力的信贷申请拒绝数是人的两倍	264, 1624
S	计算机系统的配置	减少错误比例从 25% 降到 1%~2% 左右	1789
WS, R	在大容量存储器生产中的质量测试	减少测试工程师的培训时间，从 15 个月降至 4 个月，减少那些功能良好，但因为诊断错误原因而拆卸的部件约 50%	1181, 1298
WS	用于农业投资的资助金的确定	每年对每个工作人员减少培训花费 5~10 个工作日	870
WS	银行的投资顾问咨询	仅仅由于培训费用的减少就可分期偿还系统的开发投资	340

Holzapfel 对于知识系统 (WBS) 应用效果进行了有意义的研究，为此他针对 42 个投入实际应用的知识系统，与 562 个有关专家进行了座谈。他发现，与市场影响上升相比，降低成本的作用更有意义。特别重要的是人员费用的节省 (通过工作人员的调整)，其次是改善质量作用 (例如：较高的产品质量，较少的错误配置和较少的后续工作费用)，专家压力的减轻和运行时间的减少也是重要的。使用知识系统产生的正向作用的评价，按可追溯的现金积累计