



MERIT 计划的意义、进展和前景

金文敬 赵 铭

(中国科学院上海天文台)

提 要

现代科学技术的发展,不仅需要0.1ms精度的地球自转参数,而且也使这种需要的实现成为可能。因此,不久的将来,在地球自转参数测定中,新技术取代经典技术似乎是必然的。

MERIT计划将对新技术的发展起促进作用,并对它们作出评价。在MERIT计划完成以后,一个以新技术为基础的国际服务将要建立起来。

MERIT (Monitor Earth Rotation and Intercompare the Techniques of observation and analysis的缩写)计划是以精确测定地球自转和比较各种观测技术为主要内容的一项国际合作科研项目。它的初步设想是1978年5月在西班牙举行的IAU第82次学术讨论会上提出的。会议决定成立一个专门的工作组,负责起草关于这个计划的建议,所提出的建议后来得到1979年8月第17届IAU大会和同年12月份第17届IUGG大会的通过,并得到有关国际组织和国家组织的积极支持^[1]。许多天文台对这项国际合作表现出极大的热情。在1980年8-10月的短期联测中,已经有35个国家参加,其中包括美、苏、中、日、德、英、法等国。85台光学仪器,9面VLBI天线,2组联线干涉仪,35台激光测距仪,31台多普勒接收机参加联合观测,15个天文台或研究所参加资料分析处理工作^[2]。预计在主联测中,将会有更多的力量投入。

MERIT计划之所以能如此迅速而广泛地得到各方面支持而顺利实施,是因为它具有重大的科学意义和实际的紧迫性。

一、MERIT 计划势在必行

1. 地球自转参数

地球自转是一种复杂的运动,它包含岁差、章动、极移和速率变化四类分量,而每一类分量往往又是由各种不同的成分组成的。岁差和章动是地球的历书轴的空间运动,极移和自转速率变化则是地球本体相对于历书轴的运动。

由于岁差和章动的振幅较大,人们已较早地发现了它们。岁差在两千多年前已被发现。章动现象也在200多年前就被发现。这些运动与地球的物理特性有关。天体力学的理论以足

够高的精度把它们表示成许多周期项之和, 但其中主要参数仍必须由观测确定。

极移和自转速率变化的振幅较小, 肯定它们的存在还是近一百年以内的事情。它们与地球表面和内部的物质运动及物理参数有密切关系, 因而具有突出的多变性, 人们至今还不能精确预测它们, 甚至不能用某种表达式以足够的精度描述它们的过去。因此, 不断地用观测确定地球自转参数, 是天文学家的一项繁重而重要的工作。

2. 自转参数的经典测定

长期以来, 自转参数都是用经典的光学观测的方法来确定的。例如, 用子午环在不同历元不断地测定基本星的坐标, 可以分析出岁差和章动的参数, 用子午仪、等高仪或天顶筒在不同的地点同时测定纬度变化和 UT0, 可以计算出极坐标和 UT1。所用的仪器和具体观测方法尽管各不相同, 但基本原理却是一样的。各种经典光学仪器都被用来对仪器的地方铅垂线和天体射来的光线之间的夹角作直接的角度测量。因此, 由于光学仪器的角分辨率、仪器误差和大气折射的复杂性的限制, 一次测量的精度只能达到 $0''.1$ 或 10ms 的量级。为了得到精度更高一些的自转参数, 需要进行大量观测和事后处理, 因而不能给出实时的精确自转参数, 只能给出“过去”的参数; 不能给出瞬时值, 只能给出一段时间的平均值。在世界上几十个天文台的协同努力的基础上, BIH 在推迟一个月以后所给出的自转参数的 5 天平均值, 也仅达到 $0''.01$ 或 1ms 量级, 几十年来未有实质性突破, 看来已是经典技术的极限水平。要想在提高自转参数服务的及时性、瞬时性和精确性方面取得大的进展, 仅依靠经典技术看来不是根本的办法。

3. 对自转参数的精度要求

岁差和章动是联接天球的瞬时坐标系和固定历元坐标系的必需参数, 因此也是确定极移和世界时过程中的必需参数, 而在一切与地球在空间的定向有关的工作中, 诸如在地面点的定位或空间飞行体的定位工作中, 极移和世界时又是必需的。所以, 地球自转参数的确定有着重要的实际用途。

另一方面, 自转参数的确定也有重要的理论意义。在参数的变化中包含着多种地球物理因素的变化信息, 因而自转参数是地球动力学研究中的重要数据。

不同的工作对自转参数的测定有着不同的要求。近几十年来, 随着科学技术的发展, 许多实际工作和理论工作对自转参数的精度要求越来越高, 例如:

众所周知, 海上导航只需要 1° 的精度, 与此同时, 海上石油勘探却要求得到 1ms 精度的参数, 而在某些精密大地测量中, 甚至要求好于 0.1ms 的精度。

地球动力学研究对自转参数提出很高的要求, 板块运动的测量与研究, 必需用到厘米级精度的参数。许多地球物理现象激发所引起的地球自转变化都在 0.1ms 量级以下, 现在的毫秒级精度的数据, 显然不能对此作出什么肯定的结论。许多基本问题争论了几十年而没有结果, 主要原因之一就是缺乏足够精确的、时间分辨率足够高的自转参数。地球物理学家望眼欲穿地等待着天文学家拿出精度有数量级提高的新资料。

空间技术对自转参数提出更高的要求。 1ms 的 UT 误差, 对于赤道上的地面点会引起 46cm 的定位误差, 但对于土星距离上的宇宙飞船, 就要引起约 100 公里的定位误差, 而经典技术所提供的实时服务, 还远达不到 1ms 水平。

由此可见,许多方面要求自转参数服务在及时性、瞬时性、精确性方面能有实质性的提高,而经典技术对此却无能为力。

4. 新技术的现状

射电干涉和激光测距等新技术在地球自转参数测定中的应用,向人们展示出有可能摆脱上述困境的美好前景。这些新技术的共同特点是,它们不再依赖于角度的直接测量,它们以光行时的测量为基础,解算出自转参数。因而有可能实现测量精度数量级的提高,也有可能给出更密集的瞬时数据。这些技术是六十年代末逐步发展起来的。十几年来,在仪器的研制和改进,观测误差及数据处理方法的研究等方面,都取得了令人鼓舞的进展。现在一些实验性观测已达到厘米级的精度,一批激光测距系统、多普勒接收系统和 VLBI 系统已经能定期开展常规观测。这意味着,地球自转参数的测定正经历着一场前所未有的技术革命。

但是以前还没有一个全球性的国际合作计划,以决定各种技术怎样布网,怎样协同观测,怎样收集和分析观测数据,怎样定期地发表结果,怎样开展正规的服务等等;也没有决定新老技术系统怎样联系,怎样过渡。也就是说新技术还没有全面进入实际服务阶段。而要使新技术全面进入实际服务阶段,必须作一次严格的鉴定。这个鉴定的基本方式,就是在共同约定的时间内,各种技术作平行观测。通过观测结果的分析,比较它们的精度,它们的系统差,考察它们从事常规服务的能力,探讨开展国际合作的有效的组织形式等等。

MERIT 计划就是这样的一次鉴定,这是一次花费巨大代价的势在必行的国际会战。

二、MERIT 计划的基本安排

1. 组织机构

为了统一协调 MERIT 计划实施过程中有关事项,IAU 和 IUGG 成立了一个联合工作组。工作组设主席和付主席各一人,常委若干人,分别担任各种不同技术和有关规范问题的协调工作。主席是英国格林尼治天文台 G. A. Wilkins 博士,付主席是美国俄亥俄州立大学大地测量系 I. I. Mueller 教授。各种技术的现任协调人以及短期联测中的计算中心 (Operating Centre) 和分析中心 (Analysis Centre) 列在表 1。

2. 主要步骤

MERIT 计划的基本实施方案,是在一段约定的时期内,开展各种技术的联合观测,然后通过对观测资料分析评论,而对未来的地球自转参数服务作出新的决定。为保证整个计划收到最大的效益,决定在正式联测之前先安排一次短期联测作为预演。整个 MERIT 计划的主要进程是

- (1) 短期联测的准备(1980年1—7月);
- (2) 短期联测(1980年8—10月)和资料分析阶段;
- (3) 第一次 MERIT 工作会议(1981年5月),对短期联测作总结,并对主联测作出安排;
- (4) 主联测的准备(1981—1983);
- (5) 第二次 MERIT 工作会议,(1983年5月)协调主联测有关事项;

表 1* MERIT 的组织机构和短期联测中有关情况

总负责人	技术种类	协调人	仪器数	计算中心	分析中心	自转参数内部精度					
主 席 G. A. Wilkins	经典	K. Yokoyama (IPMS)	总数 85 台, 其中 PZT 14, AST19, VZT20, TI28, 其他 4 分布: 亚 20, 欧 41, 北美 6, 南 美 7, 澳 1	BIH IPMS	BIH IPMS 上海天文台	x 0".008 y 0".008 (IPMS) UT 0".0009					
副 主 席 I. I. Mueller											
协调中心 M. Feissel						Doppler	M. Lefebvre (GRGS)	总数 31 台, 其中 DMA 网 20, MEDOC 网 20, 分布: 亚 4, 欧 6, 北美 8, 南美 4, 非 3, 澳 3, 太平 洋 2, 印度洋 1	DMA GRGS	NSWC GRGS	x 0".005 (DMA) y 0".005 x 0".038 (MEDOC) y 0".031
						激光测卫	R. Shutz (UTEX)	32 台, 分布: 亚 2, 欧 11, 北美 10, 南美 3, 澳 2, 非 1, 太平洋 3	IASOM SAO CNES	GRGS, IASOM GSFC IFAG DGF I ZIPE	x 0".002 y 0".002 (IASOM) D 0".0001
						激光测月	O. Calame (CERGA)	3 台 McDonald (美) Orroral (澳) Crimea (苏)		CERGA JPL McDonald 天文台 MIT	UT 0".0003 (UTEX)
						联 线 干涉仪	W. J. Klepczynski (USNO)	2 组 Green Bank(美) MRAO (英)	USNO MRAO		UT 0".0013 (USNO) ϕ 0".017 UT 0".0060 (MRAO)
						VLBI	W. E. Carter (NGS)	9 个站 美国 4, 瑞典 1, 英国 1, 西德 1, 澳 1, 西班牙 1	NGS	NGS GSFC/MIT JPL	x 0".0013 y 0".0016 (NGS) UT 0".00007
	规 范 并置观测	W. G. Melbourne (JPL) P. Wilson (IFAG)									

* 表中缩写符号代表:

- BIH 国际时间局(法国巴黎)
- IPMS 国际极移服务(日本水泽)
- DMA 美国国防测绘局
- GRGS 法国空间大地测量研究组
- UTEX 美国得克萨斯大学
- CERGA 法国地球动力学中心
- USNO 美国海军天文台
- NGS 美国国家大地测量局
- JPL 美国喷气推进实验室
- SAO 美国史密松天文台
- CNES 法国空间研究中心
- IASOM 美国得克萨斯大学轨道力学研究所
- GSFC 美国哥达德飞行中心
- NSWC 美国地面武器中心
- IFAG 西德应用大地测量研究所
- DGFI-I 慕尼黑德国大地测量研究所(西德)
- ZIPE 东德地球物理中央研究所
- MIT 美国麻省理工学院
- MRAO 英国 Mullard 射电天文台

(6) 主联测(1983年9月—1984年10月)和资料分析阶段;

(7) 主联测总结会议(1985年6月),并起草向19届IAU大会提出关于今后地球自转参数服务的建议。

三、短期联测的情况

1. 经典技术

在短期联测中,22个国家53个天文台的85台仪器参加了合作,这是有史以来最强的经典观测阵容,除了原先参加BIH和IPMS的各台站以外,还有中国6个台站的12台仪器。中国的天文学家重新参加国际合作,这是短期联测中最令人瞩目的事件。

分析表明,在为数众多的经典仪器中,大多数仪器对确定自转参数所作的贡献是微乎其微的,仅少数仪器起着重要作用。14台照相天顶筒在时、纬结果中各占50%的权重,19台等高仪各占25%,而20台天顶仪和28台中星仪合起来才各占25%^[2]。经典技术的分析中心之一,上海天文台曾用25台精度较高、分布较均匀的仪器所提供的18个测时序列和18个测纬序列解自转参数,其精度与85台仪器几乎相当^[3]。这说明现在经典仪器的安排是不经济和不合理的。

短期联测中经典观测所确定的每5天的自转参数的精度分别为 $\pm 0''.008(x)$, $\pm 0''.008(y) \pm 0''.0009(UT)$ 。水泽天文台曾试图用经典资料计算更密集的自转参数^[4]。但对这种结果的意义,认识并不一致。

2. 多普勒人工跟踪

这种技术已经比较成熟。由于多普勒接收机携带轻便,操作简单,价格便宜且已商品化,目前已经形成一个分布比较广泛的台站网。不仅各大陆上台站分布比较均匀,就连太平洋和印度洋岛屿上,以及南北极圈内,都布有一定数量的站,这是其他技术不容易做到的。

在短期联测中,共31台仪器参加合作,其中20台参加DMA网,20台参加MEDOC网。

DMA网是为军事目的而建立的,地极坐标仅是解算卫星精密轨道的副产品。从1969年起DMA定期公布每2天的极坐标值,内部精度可达 $\pm 0''.005$ 左右^[2]。在BIH的日常服务中,已占纬度总权重的21%。

MEDOC计划(Motion of the Earth by Doppler Observation Campaign)是以解自转参数为目的的国际合作,由于归算方面的问题,所得的极坐标精度很低,约 $\pm 0''.04$ ^[2]。加上协调措施不完善,所以短期联测以后停止了数据处理工作,集中力量准备主联测。

多普勒方法可实现全天候观测,因此可得到较密集的观测资料,有利于研究自转的短期特性。但目前观测的子午仪卫星轨道较低,受地球重力场的摄动和大气阻力的影响比较严重,不利于研究自转的中长期变化特性。若今后改用高轨道的全球定位系统(GPS)卫星,可望有所改善。

3. 激光测人工

共有32台激光测卫仪参加短期联测,其中大约一半是属于第二或第三代激光测距仪。美

国本土上有 10 个站, 它们分别与南美, 澳大利亚和太平洋岛屿上的少量台站组成 GSFC 网和 SAO 网, 开展经常性的观测。其他一些台站, 如欧洲、苏联、中国、印度等地共十余个台站, 大半只在短期联测中进行了试验性观测, 还没有开展经常性工作。

有 6 个分析中心使用了不同的台站组合解算极坐标 x, y 和日长增量 D , 所给出的每 5 天解的内部精度分别可达 $\pm 0''.002$, $\pm 0''.002$ 和 $\pm 0^s.0001$ ^[2]。这表明目前激光测卫技术已基本形成开展经常服务的能力, 并达到很高的精度。只是目前能正常工作的台站大部分集中在美洲, 在主联测以后如台站布局有较大改善, 可望得到更好的结果, 在未来的服务中起更大作用。

4. 激光测月

和多普勒及激光测卫的情况不同(它们已初步形成了具有相当规模的台站网), 激光测月技术从 1970 年在麦克唐纳天文台开始定期观测以来, 至今仍基本上处于单站状态。技术上和安排上的困难, 使得这种技术难以维持常规观测。已经报导有 9 台测距仪接收到激光回波, 但在短期联测期间, 除麦克唐纳以外, 只有澳大利亚 Orroral 站得到 9 个平均点, 苏联克里米亚站得到 1 个平均点。

激光测月技术所提供的 UT 的内部精度约 $\pm 0^s.0003$ ^[2]。自 1982 年 9 月后, 法国地球动力学中心也开展了激光测月的常规观测, 预计该技术将以崭新的形式出现于主联测中。

5. 连线干涉仪

美国国立射电天文台(绿堤) 35 公里基线的连线干涉仪, 自 1978 年以来已开展经常性观测。在短期联测中, 它所提供的等效纬度变化和等效 UT0 的平均内部精度分别为 $\pm 0''.013$ 和 $\pm 0^s.0013$ ^[2]。

英国 Mullard 射电天文台 5 公里连线干涉仪也参加了短期联测, 利用 BIH 的极坐标作改正后得到 UT1 的精度平均约 $\pm 0^s.006$ ^[2]。

在各种新技术中, 联便干涉仪的精度最低, 且存在较大系统差, 近期内恐怕还不能在地球自转参数服务中起重要作用。

6. VLBI

自 1967 年 VLBI 首次试验成功以来, 做过干涉试验的天线超过 30 面, 但几乎还没有开展经常性的服务。原因主要在于洲际联合观测的协调和资料传送方面的麻烦。自七十年代中期以来, 美国喷气推进实验室深空观测网的三个站, 每星期进行一次 1.5 小时的观测(称为 TE MPO 计划)。在短期联测中, 由 NGS 协调的美国本土上三个站和欧洲三个站进行了两次的联合观测, 所得到的自转参数的内部精度很高。每天的 x, y 和 UT 的平均精度分别为 $\pm 0''.0013$, $\pm 0''.0017$ 和 $\pm 0^s.00007$ ^[2]。短期联测以后, NGS 的两个站坚持进行每周一次定期测定自转参数的 Polaris 计划; 并与欧洲 Onsala 站进行每月一次的联测。

四、各种技术的比较和对未来的展望

短期联测情况表明, 多普勒(DMA 网)和激光测卫技术, 已经具备了开展自转参数服务的巨大能力, 所提供的参数的精度已明显超过经典技术。在计算综合的自转参数时, 人卫技术

已占去极移分量总权的 80%^[2]。由于卫星轨道面的进动尚不能与地球自转很精确地分离,所以这两种技术目前还不能很好地提供 UT1。如果这个问题得到解决,将可以开展全面的自转参数服务。

在主联测的准备阶段,许多国家改进了激光测距系统,这将使得激光测距网在观测精度和台站分布方面可得到进一步改善。另外,两台第三代激光流动车 TLRS-1 和 TLRS-2 将在主联测期间有计划地到若干地点作巡回观测,以得到更多的并置台站,从而加强不同技术所定义的地球参考系之间的联系。

可以预计,人卫技术,特别是激光测卫技术,如果和激光测月或甚长基线干涉技术作联合解,将在未来的国际服务中起重要作用。

由于存在技术和安排上的困难,激光测月技术的发展受到很大限制,经过十几年的努力,目前已有五个站具备了开展常规观测的能力,并参加主联测。这样用激光测月技术独立地解三个地球自转参数已为期不远了。

2. VLBI 的试验结果是令人鼓舞的。目前许多国家都在积极开展这方面的工作。如美国 TEMPO 计划和 Polaris 计划的 VLBI 网即将全部建成,并参加主联测。一些欧洲国家、中国和日本,都在积极筹建 VLBI 网,这些网将在主联测或主联测之后,投入工作。这样,在美、欧、东亚和澳大利亚,将有数量足够多的 VLBI 站,当前还必须首先解决资料的实时传送问题。在通过卫星实时传送资料的问题解决以后,加上适当的国际协调合作,VLBI 技术将在国际服务中起主导作用。它可以达到 $0''.001$ 或 $0^s.0001$ 的精度,并可作全天候观测,提供更密集的观测结果。这不仅将更好地满足各项实际工作的需要,也必将迎来地球动力学领域中理论研究工作百花盛开的新时期。

3. 各种技术的现有观测资料进行比较,还没有以足够的证据证明它们彼此之间存在明显系统差。新技术资料之间的相互符合是比较好的。BIH68 系统对新技术系统的偏离,可能并不是不同技术之间的固有差异^[3]。为了更好地将不同技术定义的地球参考系联系起来,将采用并置观测的方法^[5],即在若干选定的台站上配置几种技术开展平行观测,以确定各参考架之间的联系参数。主联测计划中已对此作了安排。

4. 随着几种新技术逐步投入正常服务,特别是 VLBI 全球服务网建成并投入正常服务以后,经典技术将自然退出地球自转参数的服务工作,两者长期共存恐怕是不可能的,因为它们的精度有数量级的差异。这正如 UT2 不能和 UTC 长期共存作为均匀的时间标准一样。

但是,在今后相当长的时期内,还应继续维持那些精度较高、历史较长的经典仪器的观测。其目的不是为了研究“将来”,不是用于将来的自转参数服务,而是为了研究“过去”,希望通过经典技术和新技术的长期比较,研究这些经典仪器本身的误差变化规律,以便对过去一百多年中经典资料中所表现出的许多特征能有更确切的解释。就这个意义上说,国际纬度服务(ILS)已在 1982 年解体可能是一个历史性的错误,这将使过去 ILS 八十年极坐标序列所反映出的许多现象,以及由此引起的许多争论,长期成为历史悬案,因为任何先进的技术对“过去”都是无能为力的。

此外,这些经典仪器还可以在其他一些方面做有用的工作,比如可以用来精确测定铅垂线的变化,可以开展恒星的星表的改进工作等。

五、我国在MERIT 计划中的作用及对未来的设想

我国各天文台站以积极的姿态参加了MERIT 计划。

为协调有关工作, 成立了我国的联测工作组。上海天文台台长叶叔华同志任组长, 陕西天文台副台长吴守贤同志任副组长。

在短期联测中, 我国有 12 台经典仪器向计算中心发送资料, 并以较高的精度而赢得国际的声誉。在主联测中, 天津站的 PZT 和云南台的光电等高仪也将参加合作。

我国有两台多普勒接收机和一台激光测卫仪参加了短期联测。

上海天文台将作为经典技术分析中心之一, 在经典资料分析和各种技术的比较方面开展一些工作。

短期联测以后, 上海天文台与西德马普射电研究所进行了欧亚之间第一次 VLBI 试验。这次试验的成功标志着我国在掌握 VLBI 技术方面已跨出关键的一步。

1983 年上海天文台已装备了一台新的第二代激光人卫测距仪, 接收望远镜口径为 60cm, 可观测 LAGEOS 卫星。这台仪器将参加主联测。

在归算处理方面, 各天文台已经完成实施 MERIT 规范的准备工作, 激光测距、多普勒和 VLBI 的资料处理工作正在积极准备, 并将成为国际上的分析中心之一, 争取能做些部分资料的分析工作。

总的来看, 我国在新技术方面和国际先进水平还有较大差距, 还要花大力气才能赶上。

无论从对国际服务的贡献来说, 还是从国内需要来说, 我们都需要尽快建设我国的新技术网。尽管在理论工作以及诸如天文大地网平差这类大规模事后处理资料的工作中, 我们可以采用国际服务给出的自转参数, 但是, 为了满足某些部门的特殊需要, 我们必须有自己的高精度服务系统, 并且在能力上要有所贮备, 我们设想能够达到 1ms 精度的实时服务能力。要达到这样的要求, 我们也许还要进行十多年的奋斗。过去为了把迟后两个月的自转参数的经典服务精度从 2ms 提高到 1ms, 全国各台站协同努力花了十多年时间才完成。如果将来要达到实时服务 1ms 精度, 将有更艰巨的工作要完成, 其中包括仪器研制、观测资料处理以及相应的理论工作等。

所以我们不应满足于我们在经典技术方面的成就, 也不必为经典技术将不可避免地从自转服务领域中退出而忐忑不安, 我们所急需完成的任务是: 促进我国新技术网早日建成, 促进我国的地球自转服务精度提高一个数量级, 促进我国在有关领域中的理论工作取得更丰硕的成果。

MERIT 计划对于我们这一目标的实现, 无疑起着重要的促进作用。

参 考 文 献

- [1] G. A. Wilkins, Review of Techniques for Project MERIT, A Review of the Techniques to Be Used during Project MERIT to Monitor the Rotation of the Earth, Presented by IAU and IUGG Joint Working Group on the Rotation of the Earth Project MERIT, 1-77, (1980).
- [2] G. A. Wilkins, M. Feissel, Report on the Short Campaign and Grasse Workshop with Observations

- and Results on Earth Rotation during 1980 August-October, 1-114, (1982).
- [3] Shu-hua Ye, Optical Observations of Time and Latitude and the Determining of the Earth's Rotation Parameters in 1980, High-Precision Earth Rotation and Earth-Moon Dynamics, Edited by O.Calame, 11-23 (1981).
- [4] S. Manabe et al., The Frequent Time Services of the Polar Coordinates and UT1 by the IPMS, Presented at the 18th General Assembly of The IAU, 1982.
- [5] I. I. Mueller, S-y. Zhu, Y. Bock, Reference Frame Requirement and the MERIT Campaign, Reports of the Department of Geodetic Science and Surveying, Report No.329, 1982.

The Significance, Progress and Prospect of the MERIT Project

Jin Wen-jing, Zhao Ming

(Shanghai Observatory, Academia Sinica)

Abstract

It is the advancement of new technique that has made it possible to achieve the Earth Rotation Parameters of 0.1ms accuracy, which are of importance in many fields of modern science and technology. Therefore it is natural that the classical technique will be replaced by new ideas and skills in the determination of the Earth Rotation Parameters.

The MERIT Project will be helpful to the development and evolution of the new technique. As a result of the Project, an international service for ERP based on the new technology will be established.