

## 4 种多普勒组织成像方式确定室性异位起搏点部位的比较性研究

顾翔<sup>1</sup>, 曹克将<sup>2</sup>, 陈勇<sup>1</sup>, 单其俊<sup>2</sup>, 许迪<sup>2</sup>, 高松<sup>4</sup>, 袁顺华<sup>3</sup>, 陆凤翔<sup>2</sup>

(1. 扬州大学附属医院 心血管内科, 江苏 扬州; 225001; 2. 江苏省人民医院 心血管内科, 江苏 南京, 210009; 3. 江苏省扬州市第三人民医院, 江苏 扬州, 225000; 4. 江苏省仪征市人民医院, 江苏 仪征, 214500)

**摘要:**目的 分别探讨二维速度、加速度、M 型及脉冲多普勒组织成像(DTI)模式对定位室性异位起搏点的价值及特征, 为心内电生理标测提供重要信息。方法 采用 DTI 不同模式对 50 例室性早搏(VP)部分伴有室性心动过速(VT)的患者及 10 例行右室心尖部起搏患者进行研究。取胸骨旁左、右心室长轴、短轴观; 心尖四腔、二腔观; 右室流入道、流出道长轴观等各标准二维图像, 分别采用二维、加速度 DTI 模式寻找与心电图所示的心室起搏或 VP 对应出现的最早激动亮点; 采用 M 型及脉冲 DTI 速度模式测量心电图 QRS 波起点或刺激信号至局部心肌收缩带(波)起始的时间间期( $\Delta T$ ), 即电-机械兴奋间期, 确定最短  $\Delta T$  的部位, 初步确定最早心室激动点即室性异位起搏点位置。部分病例以心内膜靶点准确定位标测或起搏点作对照。结果 上述 4 种成像方式单独及联合运用后预测 VP 或心室起搏点的准确性分别为 64%、77%、68%、73% 和 86%, 各种方式间定位准确率无显著性差异, 但联合运用与单独运用定位准确率间有显著性差异。结论 二维、加速度 DTI 模式较直观; M 型、脉冲 DTI 速度模式对时间、空间分辨力较强, 对影像条件的依赖性较小。实际检查时联合运用可取长补短, 从而有助于提高 DTI 预测 VP 起源或起搏点位置的准确性。该技术无创、安全、重复性良好, 可与心内电生理标测技术相互补充, 因此具有一定的临床应用价值。

**关键词:** 多普勒组织成像; 室性早搏; 心室起搏; 导管射频消融

中图分类号: R 541.7 文献标识码: A 文章编号: 1672-235X(2007)01-0026-05

## The accuracy of different Doppler tissue imaging modes localizing ventricular premature site

GU Xiang, CAO Ke-jiang, CHENG Yong, et al

1. The Affiliated Hospital of Yangzhou University, Yangzhou, 225001;
2. The People's Hospital of Jiangsu Province, Nanjin, 210009;
3. Yangzhou No.3 Hospital, Yangzhou, 225009;
4. Yizheng People's Hospital, Yizheng, Jiangsu, 214500

**ABSTRACT: Objective** To investigate and compare the feasibility and accuracy of different Doppler Tissue Imaging (DTI) modes for predicting ventricular premature or pacing site. **Methods** The long-axis, and short-axis views of the left and right ventricles were observed. 50 VP patients with/without VT and 10 patients with permanent pacemakers were studied with DTI. 2D-DTV and DTA were used for localizing the earliest activation bright spot appearing on the endocardial side. M-DTV and PW-DTV were used for the evaluation of the shortest electromechanical time interval ( $\Delta T$ ).  $\Delta T$  was measured from the onset of the QRS wave or pacing signal to the beginning of the ventricular systolic motion. The earliest contraction or VP site was defined as the site demonstrating the shortest  $\Delta T$  and the earliest bright spot. Then the earliest contraction site was compared with the earliest activated site determined by the successful ablation site or pacing site in some patients. **Results** The shortest mean  $\Delta T$  and the earliest bright spot were found at the right ventricular apical in patients with permanent pacemakers and at the VP site in ventricular arrhythmia

收稿日期: 2006-12-20

基金项目: 江苏省科技厅社会发展基金资助项目(BS99029)

作者简介: 顾翔(1963-), 男, 江苏省兴化市人, 主任医师、副教授, 硕士生导师。

patients. The mean  $\Delta T$  was observed during the sinus rhythm ( $76.9 \pm 12.8$  ms) and during the VP or abnormal pacing ( $42.3 \pm 15.6$  ms) by PW-DTV. The correlation of M-DTV and PW-DTV was good. The VP or abnormal pacing could be precisely localized in 64% patients by 2D-DTV, in 77% by 2D-DTA, in 68% by M-DTV, in 73% by PW-DTV and in 86% by a combination of the four modes. After the successful radiofrequency catheter ablation (RFCA) or during the sinus rhythm restoring, the bright spots and the time difference were found to disappear by DTI in all patients. **Conclusion** 2D-DTV and DTA were more directly viewed, while M-DTV and PW-DTV were more accurate and special for time and space. DTI-determined earliest contraction sites coincided well with the sites of the VP determined by the EPS. The DTI, especially in combination with the four modes, is helpful to localize the VP or pacing catheter and to evaluate the results after RFCA objectively, accurately and non-invasively.

**KEY WORDS** : Doppler tissue imaging ; ventricular premature ; ventricular pacing ; radiofrequency catheter ablation

在 DTI 的速度、加速度及能量 3 种模式中,前 2 种可对心肌运动的方向、速度和加速度进行彩色编码,故可用于心电激动起源和顺序的研究,而能量图无方向性,只能在心肌造影检查时,反应心肌灌注及存活状态。目前一般用于心律失常诊断方面的 DTI 模式有以下 4 种:二维速度图(2D-DTV)、二维加速度图(2D-DTA)、M 型速度图(M-DTV)、频谱多普勒组织速度图(PW-DTV)。作者分别探讨了二维速度、加速度、M 型及脉冲多普勒组织成像(DTI)模式对定位室性异位起搏点的价值及特征,为心内电生理标测提供重要信息。

## 1 临床资料与方法

### 1.1 一般资料

50 例室性早搏患者中男 29 例,女 21 例,年龄 12~61 岁,平均( $31 \pm 12.8$ )岁。12 例拟行射频消融(RFCA)的单形性 VT 或 VP 的住院患者中男 8 例,女 4 例,年龄 15~38 岁,平均( $21 \pm 16.7$ )岁;10 例右心室心尖部 VVI 起搏患者,男 7 例,女 3 例,年龄 45~75 岁,平均( $55 \pm 18.9$ )岁。相配对的健康对照组 30 例中男 20 例,女 10 例,年龄 11~60 岁,平均( $35 \pm 10.9$ )岁。

### 1.2 方法

1.2.1 DTI 检查方法:采用 Acuson 128XP/10C 彩色多普勒超声诊断仪,探头频率 2.0~4.0 MHz。根据十二导联心电图的 VP 或 VT 形态,初估其来源部位,供与 DTI 显像对照。同步记录 ECG。受检者取平卧位或左侧卧位,在常规心脏超声检查后进行 DTI 检查,取胸骨旁左、右心室长轴、短轴观;心尖四腔、二腔观;右室流入道、流出

道长轴观等各标准二维图像,分别采用二维、加速度 DTI 模式寻找与心电图所示的室性早搏对应出现的最早激动亮点;采用 M 型及脉冲 DTI 速度模式测量心电图 QRS 波起点或起搏刺激信号至局部心肌收缩带(波)起始的时间间期( $\Delta T$ ),即电-机械兴奋间期 $\Delta T$ ,确定最短 $\Delta T$ 的部位,初步确定室性异位起搏点位置即最早心室激动点。部分病例以心内膜靶点准确定位标测或起搏点作对照。

1.2.2 腔内电生理检查及消融:常规经股静脉插入 2 根四极电生理导管至高位右心房(HRA)、右心室心尖部(RVA),在确定为单形性 VT 后,心内膜标测采用起搏标测,激动标测,隐匿性拖带标测,P 定位记录点及 Ensite 3 000 系统等标测方法,将消融靶点位置在 X 线下的后前位、左前斜位和右前斜位加以摄影并存盘供以后分析。

## 2 结果

根据 ECG 的形态分析,50 例室性早搏患者,计 66 处室性异位起搏点,其中 5 例为多源性室性早搏,1 例为 3 处,4 例各为 2 处。DTI 能重复显示同一部位心室壁异位兴奋灶 56 处,有 7 例 10 处未能显示。12 例单形性 VP 或 VT 进行了腔内电生理检查及消融,DTI 能准确判断 10 例 VP 位置,10 例成功。已确认 10 例病人的右心室起搏电极分别位于右心室心尖部和室间隔右室面。DTI 能准确判断 9 例起搏电极位置。如以消融靶点定位或起搏部位为标准,二维、加速度 DTI 模式、M 型、脉冲 DTI 速度模式与联合运用 DTI 预测 VP 或起搏位置的准确率分别为 64%(14/22),

77% ( 17/22 )、68% ( 15/22 )、73% ( 16/22 )和 86% ( 19/22 )；各种方式间定位准确率无显著性差异，但联合运用与单独运用定位准确率间有显著性差异(见表 1)。

表 1 多普勒组织成像不同方式预测 VP 或起搏位置准确性

方式	符合数	未显示数
DTV	14*	4
DTA	17*	3
M-DTI	15*	3
PW-DTI	16*	3
C-DTI	19	2

与 C-DTI 比较，\*  $P < 0.05$

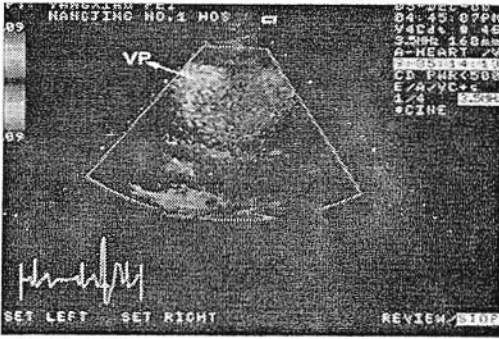


图 1 右室流出道长轴观加速度模式示右室流出道出现的最早激动亮点

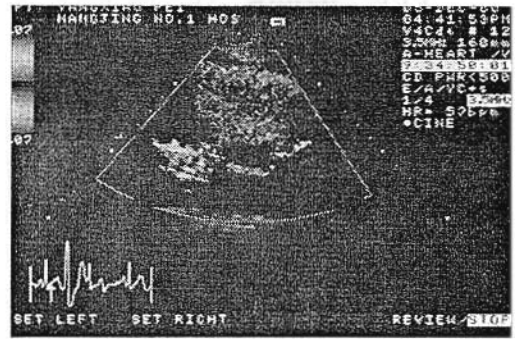


图 2 右室流出道长轴观加速度模式示窦性心律时最早激动亮点出现在室间隔

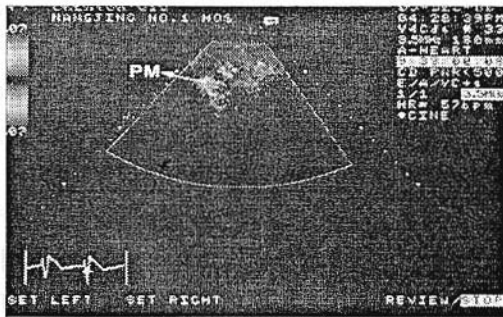


图 3 心尖四腔切面加速度 DTI 示右心室心尖部起搏电极处出现黄绿色亮点

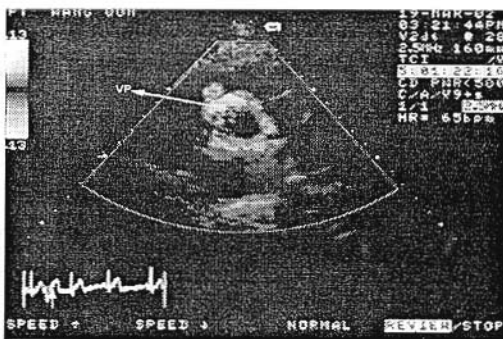


图 4A 胸骨旁乳头肌短轴 2D-DTV 示左室中后间隔室性早搏起源处最先激动

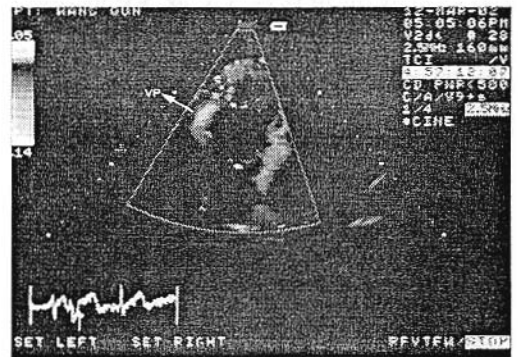


图 4B 心尖二腔切面 2D-DTV 示左室中后间隔室性早搏起源处最先激动

DTV、DTA、M-DTV、PW-DTV 和 C-DTI 分别代表二维速度模式、二维加速度模式、M 型速度模式、频谱多普勒组织速度模式及联合应用法，如某些模式之间所定 MAP 位置不一致，C-DTI 方法的结果取多数相同者。

### 2.1 DTA 表现

1 例右室流出道室性早搏患者于右室流出道处最先出现黄绿色亮点(图 1)，而该例患者窦性心律时最早激动亮点出现在中间隔(图 2)，1 例右心室心尖部 VVI 起搏患者于右心室心尖部出现黄绿色亮点(图 3)。

### 2.2 2D-DTV 表现

图 4A、4B 2D-DTV 分别从胸骨旁乳头肌短轴、心尖二腔切面显示左中后间隔室性早搏起源处最先激动。另 1 例患者心尖二腔切面示室性早搏时左室前壁中部室性早搏起源处最先出现黄绿色亮点(图 5A)。心尖四腔切面示同一患者窦性心律时左室前壁中部未见最早黄绿色亮点(图 5B)。

### 2.3 PW-DTV 表现

室性早搏患者兴奋起源部位在窦性激动

与室性早搏时其电机械时间差分别为(76.9 ± 12.8)ms、(42.3 ± 15.6)ms，具有显著性差异

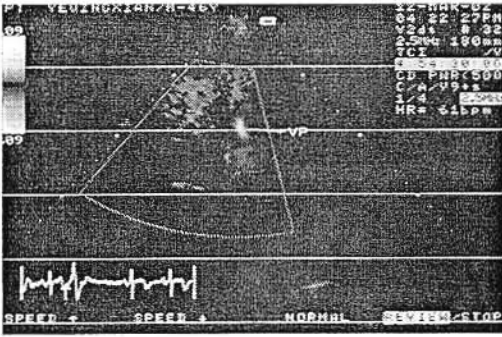


图 5A 心尖二腔切面示室性早搏时于左室前壁中部室性早搏起源处最先出现黄蓝色亮点

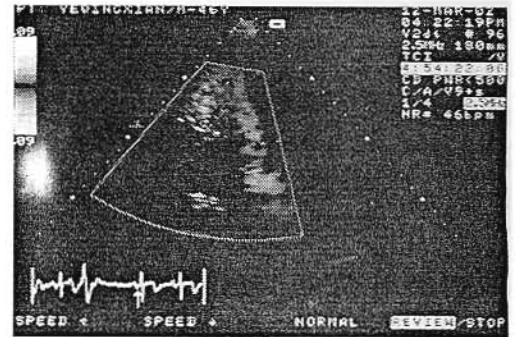


图 5B 心尖二腔切面示同一患者窦性心律时左室前壁中部室性早搏起源处未见最早黄绿色亮点

( $P < 0.01$ ), 这种差异在成功消融后消失。频谱 DTI 显示了同一患者窦性激动与室性早搏时左室中间隔壁运动的平均速度, 电-机械兴奋间期  $\Delta T$  (图 6)。

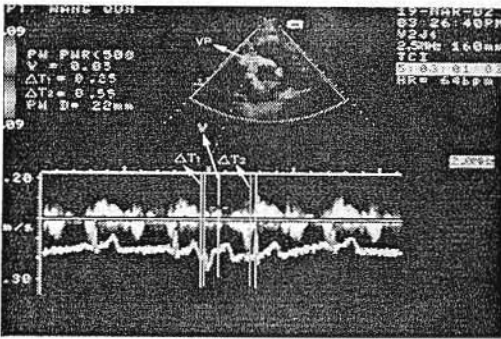


图 6 频谱 DTI 示室性早搏时左室中后间隔室壁运动的平均速度, 窦性激动与室性早搏时电-机械兴奋间期  $\Delta T$  分别为 55 ms, 25 ms

2.4 M-DTV 表现

室性早搏患者兴奋起源部位在窦性激动与室性早搏时其电机械时间差 ( $\Delta T$ ) 分别为  $(79.2 \pm 15.6)ms$ 、 $(47.6 \pm 12.3)ms$ , 具有显著性差异 ( $P < 0.01$ )。M 型 DTI 显示窦性激动与室性早搏时电-机械兴奋间期  $\Delta T$  (图 7)。

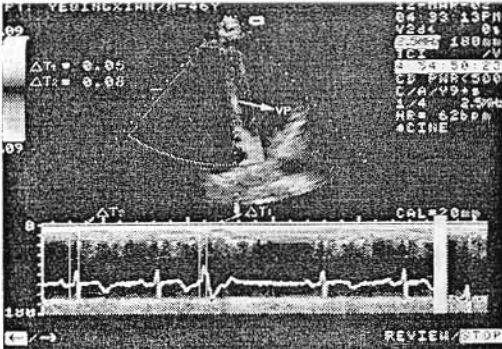


图 7 M 型 DTI 示窦性激动与室性早搏时室性早搏起源处电-机械兴奋间期  $\Delta T$  分别为 80 ms, 50 ms

3 讨论

目前 RFCA 对束支折返性 VT 和特发性 VT

(右室流出道 VT 即 RVOT-VT、分支性 VT 即 ILVT) 的治疗价值是肯定的。而对冠心病、心肌病、先天性心脏病(尤其是矫正术后)和致心律失常右心室发育不良等器质性心脏病 VT 的 RFCA 成功率明显降低, 且复发率和并发症均较高<sup>[1]</sup>。主要原因之一是室速或室早起源部位的标测技术尚不够完善, 因而靶点的定位不够精确。由于传统标测技术的局限性, 近年来出现了一些新的标测技术, 如篮状电极标测系统、CARTO 技术、Ensite 3000 标测系统、心腔内超声指导下射频消融(ICE 技术)及 DTI 技术<sup>[2]</sup>。彩色室壁动力(CK)分析技术虽然为近年来发展起来的一种实时和定量分析室壁运动的新技术<sup>[3]</sup>, 但作者采用该技术检测了 10 余例患者, 表明它对快速性心律失常的定位价值与 2-DE 类似, 价值不大, 可能与其帧频较低有关。本文探讨二维 DTI 速度、加速度模式, M 型及脉冲 DTI 速度模式对定位心室除极起始点的价值。

DTI 的成像原理: 当声源与接收体之间存在相对运动时, 声波频率即产生变化, 即接受频率不同于发射频率, 这种现象为多普勒效应。尽管早在 1961 年已用它来作心脏检查, 但实际上超声应用于心脏激动学研究并取得突破性进展的是在 1992 年, 由 McDicken 等<sup>[4]</sup>首先将彩色编码技术应用于组织而评价组织速度的大小和方向。人体内心肌和血细胞运动可分别产生 2 种多普勒信号。血流的速度 40 ~ 150 cm/s, 心肌的速度 4 ~ 15 cm/s, 血细胞运动振幅为 40 Db, 比心肌振幅低。因此, 血流为高频低振幅, 而运动的心肌则为低频高振幅。在传统的彩色多普勒仪器中高通滤波器将低频高振幅的心肌运动信号滤掉, 而仅保留了血流的高频低振幅的信号经自相关处理以彩色编码显示出来, 彩色多普勒组织显像技术除去了低振幅的血流信号, 而只保留心肌运动产生的多普勒

信号,经自相关处理、数字转换、彩色编码及数模转换等,就会得到心肌运动速度的不同模式的成像。DTI 可测量不同部位心肌运动速率,观察心肌运动的先后顺序。室性早搏是因位于心室的异常兴奋点的异常兴奋而致。其异常兴奋点附近的心肌首先兴奋收缩,其后在极短的时间内整个心室肌随之兴奋收缩,故理论上多普勒组织显像检查室性早搏异常起搏点是可行的。

2D-DTV 对心肌的运动速度和方向进行彩色编码,以颜色和亮度代表心肌运动的方向和速度。背离探头运动的心肌被编码为冷色,运动速度由高至低依次编码为蓝色、浅蓝色、白色,朝向探头运动的心肌被编码为暖色,由低至高编码为红色、黄色、白色。无色表示心肌无运动。本法主要着重于对心肌运动速度的定性观察。由于心肌排列结构的特殊性,因而胸骨旁左室长轴和短轴切面主要观测左室的短轴运动,心尖四腔和两腔主要观测左室的长轴运动,内膜下心肌色彩最亮、依次为中层、再之外层。由于沿超声束所测速度是心肌各方向运动与声束平行的速度矢量和,导致 DTV 的实际速度成像色彩并非单纯的红色或蓝色。如图 3、4 所示,窦性激动时多数于室间隔中段最先出现黄绿色亮点;室性早搏时,多数于室性早搏起源处最先出现黄绿色亮点。以 EPS 定位或起搏部位为标准,2D-DTV 预测 VP 位置准确性为 65%。在正常人左室后壁的运动速度高于前壁及前间隔的运动速度,室间隔左室面高于右室面,以左室后壁心内膜面运动速度最高,这种不一致性也可能与心肌纤维特殊的排列方式有关。故有时在 VP 起源部位并非速度最高部位,因而在分析室壁运动时,应考虑到这种差异。因室性早搏发生于舒张期,故室壁收缩运动与其前的舒张运动方向相反,绝对值相抵消,频谱 DTI 所测量的平均速度可能较低,且由于各个室壁结段运动速度本身就有差异,作者认为室性早搏兴奋点的平均速度不一定高,故平均速度也就不能作为判断 VP 起源部位的标准之一,这一点与有些学者的报告不完全一致<sup>[5]</sup>。

DTA 是基于速度图,对心肌运动的加速度的大小和方向进行彩色编码,故其大小与局部室壁的运动速度关系不大。它有指示或不指示心肌运动方向两种选择,指示心肌运动方向时,心肌运

动朝向和背离探头时分别被编码成红色和蓝色,较亮的色彩表示较高的加速度;不指示方向时,蓝、绿、红依次表示低、中、高加速度。此法对评估传导系统的功能十分有效。Miyatake 等<sup>[6]</sup>采用 DTA 检查了 30 例起搏者,结果两者完全相符。作者的结果也表明,2D-DTA 预测心室最早除极起始点的准确率为 77%,较其它单独运用方式高。

2D-DTV、2D-DTA 过分依赖帧频,时间分辨率较差是影响其准确性的主要原因。为了更准确评价心肌激动收缩顺序,作者应用了对时间、空间分辨力较高的 M-DTV 及 PW-DTV。M-DTV 利用其高帧频 M 型 DTI 可分辨小至 3ms 的时间差异,故可准确测量局部心肌的激动时间,明确心电除极顺序。因此,M-DTV 不仅可定性观察也可定量观测心肌的电和机械活动。Rein 等<sup>[7]</sup>采用 M-DTV 与 DTV 首次发现 1 例 31 周的胎儿患有室性心动过速,他们认为 M-DTV 对识别 VT 时的房室分离较有价值。本文 M-DTV 定位准确率为 67%。M-DTV 准确性不高原因可能为受取样线影响,观察部位有限,且为单维图像所致。

PW-DTV 是用频谱图的方式显示采样声束方向的取样容积范围内的组织运动,由于其高帧频,故可显示平面瞬时速度变化。横坐标表示时间、纵坐标表示速度,朝向或背离探头运动分别用正值或负值表示,能精确测量各室壁运动的速度、时间间期,具有高度的时间和空间分辨力。本组研究结果为室性异位起搏患者兴奋起源部位在窦性激动与室性异位起搏时其电机械时间差分别为  $(76.9 \pm 12.8)$  ms、 $(42.3 \pm 15.6)$  ms,具有显著性差异( $P < 0.01$ ),这种差异在成功消融后消失。本组结果表明 PW-DTV 预测室性异位起搏点准确率为 73%,与冀瑞平等研究结果相近<sup>[8]</sup>。

为弥补每一种方式的不足之处,作者联合运用了常用的 4 种 DTI 方式判断心室最早除极起始点的准确率为 85%,各种方式间定位准确率无显著性差异,但联合运用与单独运用定位准确率间有显著性差异。纵观上述 4 种方式各有特点,二维、加速度模式较直观,敏感性高,M 型及脉冲 DTI 速度模式对时间、空间分辨力较高,对影像条件的依赖性较小。虽然上述 4 种方式的任何一种定位心室除极起始点均有一定临床价值,如实际检查时全面采用,可取长补短,从而提高该技术的

(下转第 49 页)