

ICS 73.020

D 13

备案号: 8163—2001

**SY**

# 中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6488—2000

---

## 电、声成像测井资料处理解释规范

Specification for electric/sonic image processing and interpretation

2000 - 12 - 12 发布

2001 - 06 - 01 实施

---

国家石油和化学工业局      发 布

目 次

前言 ..... IV

1 范围 ..... 1

2 引用标准 ..... 1

3 术语及缩略语 ..... 1

4 解释流程 ..... 2

5 图像解释 ..... 4

6 表征地质特征的符号规格及颜色 ..... 5

7 解释报告 ..... 5

8 报告印刷文本的幅面和格式 ..... 6

## 1 范围

本标准规定了电成像测井和声成像测井资料的处理解释方法。

本标准适用于 FMI、EMI、CAST、STAR、CBIL 五种成像测井，其他同类型成像测井可参照执行。

## 2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

SY/T 5945.1—94 测井解释报告编写规范 测井解释报告编写

## 3 术语及缩略语

### 3.1 术语

#### 3.1.1 电成像 electric image (FMI, EMI; STAR)

微电阻率成像。

#### 3.1.2 声成像 sonic image (CAST, CBIL)

声波成像。

#### 3.1.3 钮扣电极 button electrode

安装在电成像测井仪极板上，用于发射和测量信号的钮扣型电极。

#### 3.1.4 静态加强图像 static image

在处理井段内，整体图像数据优化应用所给定数量的色标而形成的图像。

#### 3.1.5 动态加强图像 dynamic image

应用滑动窗口处理技术，对窗口内的数据优化应用所给定的色标而形成的图像。

#### 3.1.6 振幅图像 amplitude image

声波反射波振幅图像。

#### 3.1.7 时间图像 transit time image

声波反射波双程旅行时间图像。

#### 3.1.8 裂缝宽度 FVAH

裂缝等效水力宽度 (hydraulic fracture aperture)，是单位井段 (1m) 内裂缝轨迹宽度的立方平均值，单位为 mm。

#### 3.1.9 裂缝长度 FVTL

图像单位面积内累积裂缝轨迹的长度 (areal trace length)，单位为  $m/m^2$ 。

#### 3.1.10 裂缝孔隙度 FVPA

视裂缝孔隙度 (apparent fracture porosity)，是计算窗口内图像上累积裂缝面积与成像测井图像覆盖面积的百分比，以百分数表示。

### 3.1.11 裂缝密度 FVDC

经井斜校正后,单位深度的裂缝条数 (corrected fracture density), 单位为条/m。

### 3.1.12 横向比例 horizontal scale

图像横向宽度与井眼周长 (以钻头尺寸为直径) 的比例。

### 3.1.13 纵向比例 vertical scale

图像深度比例。

## 3.2 缩略语

### 3.2.1 FMI (Fullbore Formation Microimager)

全井眼地层微电阻率成像测井。

### 3.2.2 EMI (Electric Microimager)

微电阻率成像测井。

### 3.2.3 CAST (Circumferential Acoustic Scan Tool)

井周声波扫描测井。

### 3.2.4 STAR (Star Imager)

微电阻率扫描成像测井。

### 3.2.5 CBIL (Circumferential Borehole Imager Log)

井周声波成像测井。

## 4 解释流程

### 4.1 资料收集

对所有收集到的资料,系统整理、归类。

#### 4.1.1 勘探开发部署图、构造井位图、地质设计任务书及地质勘探开发报告。

#### 4.1.2 油气藏类型和地质分层数据。

#### 4.1.3 钻井取心资料 (现场描述、岩心草图、岩屑描述等, 区块内岩心分析资料、物性分析资料、薄片资料等)。

#### 4.1.4 井壁取心资料及其描述。

#### 4.1.5 录井资料 (岩屑录井、气测、钻时等)。

#### 4.1.6 泥浆的性质和类型。

#### 4.1.7 钻井工程资料: 钻头、套管数据, 井喷、井漏井段, 喷漏物质数量、性质, 蹩跳钻、卡钻、放空部位, 工程事故及处理措施情况。

#### 4.1.8 邻井测井资料和测试资料 (测试层位、油气水产量、水性质分析资料)。

#### 4.1.9 区域沉积、应力、裂缝等研究成果。

### 4.2 资料处理

#### 4.2.1 电成像处理 (FMI、EMI、STAR)

##### 4.2.1.1 图像预处理: 包括深度匹配、死电极校正、EMEX 校正、自动增益校正、速度校正、微电阻率测量数值的归一化处理等。

##### 4.2.1.2 用浅电阻率刻度图像 (此项仅对 FMI 资料)。用浅侧向或微球型聚焦电阻率曲线刻度成像测井资料, 以便定量计算裂缝参数。

##### 4.2.1.3 静态加强图像处理: 为更好地划分岩性, 在一定井段内采用统一色标进行图像加强处理。

##### 4.2.1.4 动态加强图像处理: 为更好地研究岩石的构造、结构, 划分岩性, 研究沉积相以及各种图像特征, 应用滑动窗口处理技术进行的图像加强处理。

##### 4.2.1.5 地层倾角处理。

#### 4.2.2 声成像处理 (CBIL、CAST)

4.2.2.1 图像预处理：包括深度匹配、幅度居中校正、旅行时间校正、方位确定、方位归一化处理等。

4.2.2.2 静态加强图像处理：在一定井段内为更好地划分岩性，采用统一色标进行图像加强处理。

4.2.2.3 动态加强图像处理：为更好地研究岩石的构造、结构，划分岩性，研究沉积相以及各种图像特征，应用滑动窗口处理技术进行的图像加强处理。

### 4.3 图幅要求

4.3.1 图像应采用暖色调显示（最少采用 16 级色标）。

4.3.2 图像应清晰，对比鲜明。

4.3.3 图像颜色不应出现与地质特征无关的现象。

4.3.4 水平刻度线应连续，不能跳动。

4.3.5 振幅图像与旅行时间图像应有很好的对应性。

4.3.6 声成像图像特征与电成像图像特征应有很好的对应性，且方位一致。

4.3.7 图幅标识应齐全、准确、标识名统一。

### 4.4 出图格式

图件可选择下列出图格式。

#### 4.4.1 电成像图件

对 216mm (8.5in) 的井眼，应选择下列图幅格式。其他井眼情况，应根据钻头尺寸调整图幅。电导率应由高到低，颜色应由暗到亮。

4.4.1.1 静态加强图像：按钻头尺寸计算比例，横向比例 1:5，纵向比例 1:10 或 1:40，见图 1。

4.4.1.2 动态加强图像：按钻头尺寸计算，横向比例 1:5，纵向比例 1:10 或 1:40，见图 1。

4.4.1.3 静态加强图像与动态加强图像对比图，横向比例 1:10，纵向比例 1:10 或 1:40，见图 2。

4.4.1.4 解释图：

a) 采用动、静态对比图像，横向比例 1:5，纵向比例 1:10 或 1:40，图像中应标有人机交互解释结果，右道标有拾取的地质特征参数，见图 3。

b) 解释综合图，纵向比例 1:200，应包括拾取地质特征的矢量（蝌蚪）图和方位频率图。

#### 4.4.2 声成像图件

4.4.2.1 振幅加强图像在左，旅行时间加强图像在右，二者并排放置。

4.4.2.2 图像色标刻度方向应一致，由左向右，振幅由低到高、时间由大到小刻度。

4.4.2.3 低振幅、长旅行时间应使用暗色标，高振幅、短旅行时间应使用亮色标。

4.4.2.4 按钻头尺寸计算比例，横向比例 1:10，纵向比例 1:10 或 1:40（CBIL 的纵向比例 1:12），见图 4。

4.4.2.5 解释图：

a) 采用增强图像，横向比例 1:10，纵向比例 1:10 或 1:40，图像中应标有人机交互解释结果，右道标应有拾取的各地质特征参数；见图 5。

b) 解释综合图，纵向比例 1:200，应包括拾取地质特征的矢量（蝌蚪）图和方位频率图。

#### 4.4.3 声、电组合成像图件

4.4.3.1 电成像图像在左，声波振幅图像在右，二者纵横比例应相同，且并排放置。

4.4.3.2 按钻头尺寸计算比例，横向比例 1:10，纵向比例 1:10 或 1:40（CBIL 的纵向比例 1:12），见图 6。

4.4.3.3 解释图：

a) 采用增强图像，横向比例 1:10，纵向比例 1:10 或 1:40，图像中应标有人机交互解释结果，右道标应有拾取的各地质特征参数，见图 7。

b) 解释综合图，纵向比例 1:200，应包括拾取地质特征的矢量（蝌蚪）图和方位频率图。

## 5 图像解释

成像测井资料的解释应综合应用取心、录井及各种测井资料，并了解清楚图像特征模式与地质模式的关系，成像测井资料各地质特征的解释多解性强，应深入分析。在此基础上，针对解释的不同地质对象，按处理要求，应选择性地进行下列解释工作。

### 5.1 岩性及岩相解释

#### 5.1.1 岩性解释

经岩性标定的图像基本反映了岩性的变化，同时应重视常规测井反映矿物成分的优势。

#### 5.1.2 岩相解释

以岩性解释为基础，结合区域地质规律，注重结构、沉积构造、韵律及接触关系等地质特征的描述。

##### 5.1.2.1 结构解释

结构解释包括岩石颗粒的大小、形状、分选等特征的定性描述。

##### 5.1.2.2 沉积构造解释

a) 层理。结合地质模式，识别层理类型。层理是在同一沉积条件下，岩石沿垂直方向变化所产生的层状构造，在图像上表现为一组相关的正弦形态。

b) 冲刷面。冲刷面是由于岩石受到冲刷作用而呈现不规则面。

c) 缝合线。缝合线在图像上表现为不规则或锯齿状线条，一般应显示为暗色，当被溶蚀又被高阻物质充填时，则应显示为亮色。

### 5.2 裂缝解释

裂缝解释应综合应用取心、录井及各种测井资料；重视有效裂缝与无效裂缝的分析。

#### 5.2.1 裂缝识别

##### 5.2.1.1 高导缝

高导缝在图像上为暗色线条，通常为开口裂缝。

##### 5.2.1.2 低导缝

低导缝在图像上为亮色线条，裂缝中充填有低导矿物（方解石等）。

#### 5.2.2 裂缝描述

裂缝描述应包括裂缝产状、裂缝发育井段、裂缝与岩性及构造的关系分析。

#### 5.2.3 裂缝定量计算

##### 5.2.3.1 裂缝宽度。

##### 5.2.3.2 裂缝长度。

##### 5.2.3.3 裂缝密度。

##### 5.2.3.4 视裂缝孔隙度。

### 5.3 构造解释

#### 5.3.1 断层

综合应用地震、地质资料，确定过井断层的断点位置和断层产状；过井断层在图像上显示地层破碎，微、小型断层在图像上应可看到地层的错动。

#### 5.3.2 地层产状

在层面逐一拾取的情况下，对拾取结果应进行统计，确定地层的地质产状。在图像上，层面表现为两种不同岩性的接触面，界面上下颜色应有明显差异。

#### 5.3.3 不整合面

不整合的解释应综合应用区域地质信息，角度不整合在图像显示界面上下地层产状差异较大，岩性突变。

## 5.4 其他

- 5.4.1 椭圆井眼。椭圆井眼在图像上表现为相差 180°的垂向暗色条带。
- 5.4.2 钻具划痕。钻具划痕是钻具机械作用于井壁所造成的刮擦痕，图像显示为暗色规则斜纹。
- 5.4.3 孔、洞。孔、洞在图像上表现为不规则的暗色斑块。
- 5.4.4 套管内面腐蚀、磨损和变形分析。
- 5.4.5 套管破裂。套管破裂在声波图像上表现为规则的暗色线条。
- 5.4.6 射孔质量检查。射孔在声波图像上表现为规则的暗色斑块。

## 6 表征地质特征的符号规格及颜色

成像测井解释成果矢量图应用蝌蚪符号表征地质特征。

### 6.1 蝌蚪规格

#### 6.1.1 蝌蚪形状

蝌蚪形状用圆形或三角形表示。

#### 6.1.2 蝌蚪大小

对本标准规定的图件，蝌蚪半径为 1.14mm (0.045in)，长度为 3.81mm (0.15in)。

### 6.2 蝌蚪颜色

#### 6.2.1 裂缝：

6.2.1.1 低导缝：RGB (255, 255, 0)。

6.2.1.2 高导缝：RGB (255, 0, 0)。

6.2.2 层理：RGB (0, 0, 255)。

6.2.3 断层：RGB (128, 0, 64)。

6.2.4 岩性界面：RGB (0, 255, 64)。

6.2.5 节理：RGB (255, 0, 255)。

6.2.6 其他地质特征采用不同色标，以示区别。

## 7 解释报告

解释报告应符合 SY/T 5945.1—94 中有关“报告的编写要求和内容”的规定，此外还需增加以下内容。

### 7.1 编写要求

成像测井的报告附图应为彩色图片，图像特征应注释清楚。

### 7.2 成像测井施工简况

成像测井施工简况应包括 FMI、EMI、STAR、CAST、CBIL 成像测井现场施工情况。

### 7.3 成像测井质量评定

分析测量环境对测井资料质量的影响，有不合格资料时，应提供测井资料不合格的依据。

### 7.4 成像测井分析

#### 7.4.1 电成像测井 (FMI、EMI、STAR)

##### 7.4.1.1 岩性分类和岩相划分：

- 1) 分析、对比经校深后的岩心标定图像资料；
- 2) 总结、归纳各种岩性的图像模式及常规曲线特征；
- 3) 划分各种沉积旋回 (相带)；
- 4) 分析岩石的结构、构造特征及其与沉积微相或亚相的关系；
- 5) 提供测量井段内连续的岩性解释数据表，表中应包括序号、井段、厚度、岩性解释结论等；
- 6) 总结各种岩性的分布规律 (纵向)。



**7.4.1.2 裂缝描述:**

- 1) 分析应力与裂缝的关系;
- 2) 分析裂缝类型及其图像的特征;
- 3) 裂缝产状描述;
- 4) 分析裂缝与构造的关系;
- 5) 分析裂缝发育与岩性的关系;
- 6) 分析裂缝发育的部位 (纵向分布规律);
- 7) 若有特殊要求, 应提供裂缝孔隙度、宽度、密度、长度等参数;
- 8) 提供测量井段内裂缝解释数据表, 表中应包括序号、井段、厚度、裂缝解释结论等。

**7.4.1.3 构造描述:**

构造描述应包括描述地层产状、不整合面、过井断层等。

**7.4.1.4 溶孔、气孔分析。****7.4.2 声成像测井 (CAST、CBIL)****7.4.2.1 油基泥浆成像分析 (油基泥浆钻井条件下)。****7.4.2.2 利用传播时间图和反射波振幅图评价裂缝。****7.4.2.3 确定井眼的几何形态, 判断地应力方向:**

- 1) 键槽井眼;
- 2) 井眼垮塌;
- 3) 剪切滑动;
- 4) 现今最大水平主应力方向。

**7.4.2.4 地层形态和构造分析。****7.4.2.5 对井壁取心进行定位。****7.4.2.6 套管内面腐蚀、磨损和变形分析。****7.4.2.7 射孔质量检查。****7.5 存在问题的分析和建议****7.5.1 构造、岩性、储层类型的复杂性等。****7.5.2 成像测井资料解释的多解性。****7.5.3 解释方法的适应性。****7.5.4 井眼条件对测井信息的影响。****7.5.5 其他。****8 报告印刷文本的幅面和格式****8.1 印刷报告文本应采用 A4 规格 (210mm×297mm) 的幅面。****8.2 报告的封面格式, 见图 8、图 9。****8.3 彩色附图格式, 见图 10。**



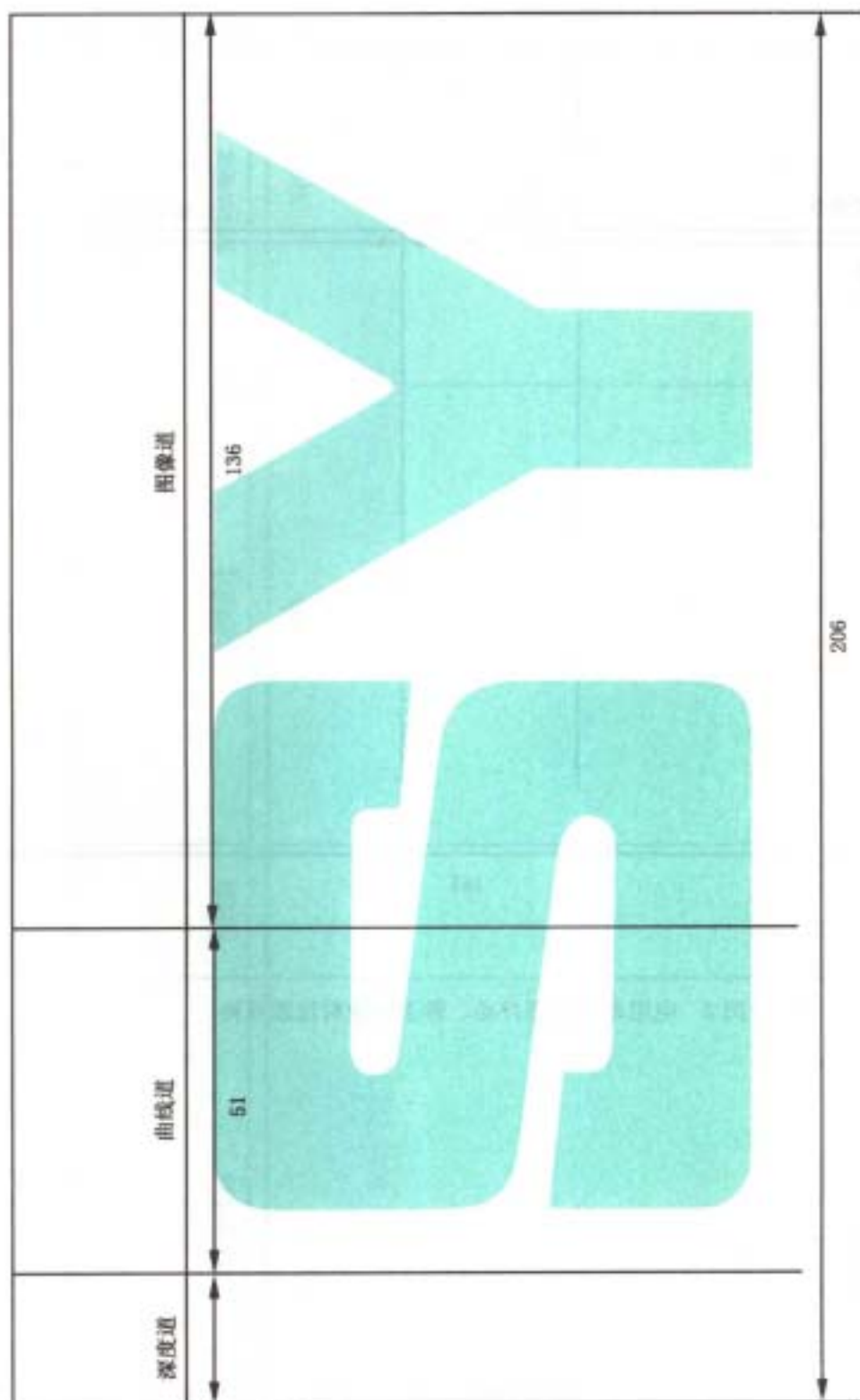


图1 电阻率成像测井动、静态图像规格

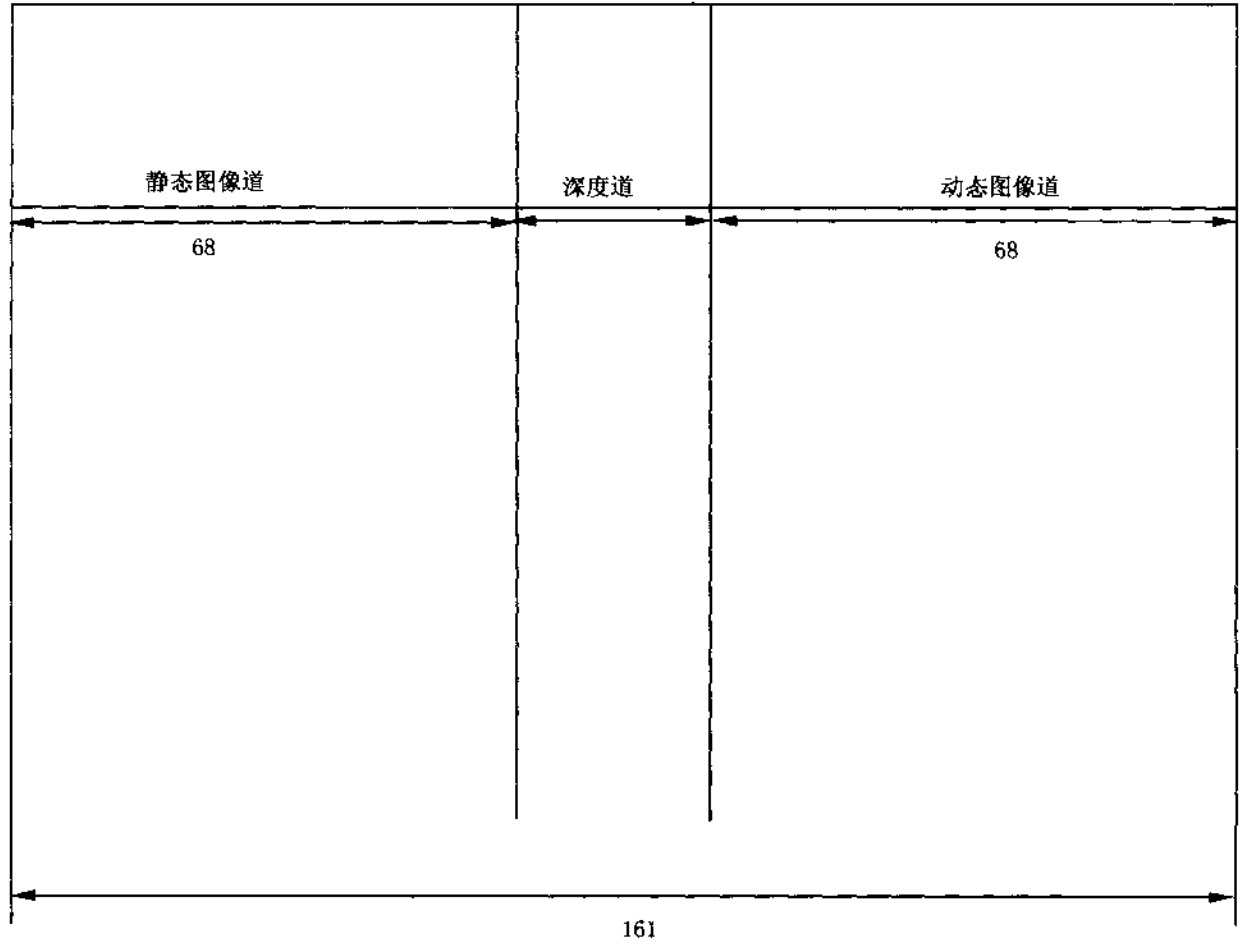


图2 电阻率成像测井动、静态图像对比图规格

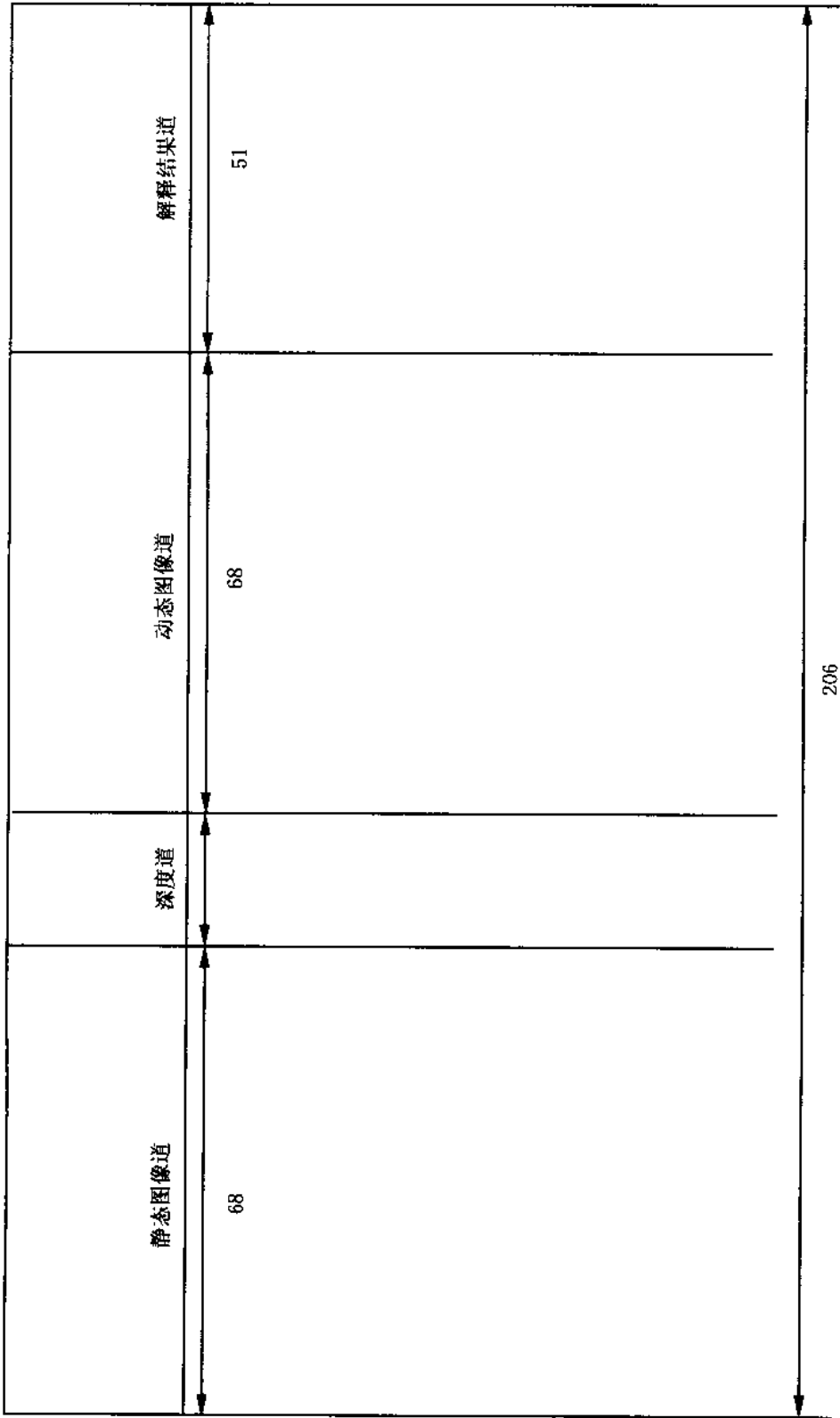


图 3 电阻率成像测井动、静态图像对比及解释结果图规格

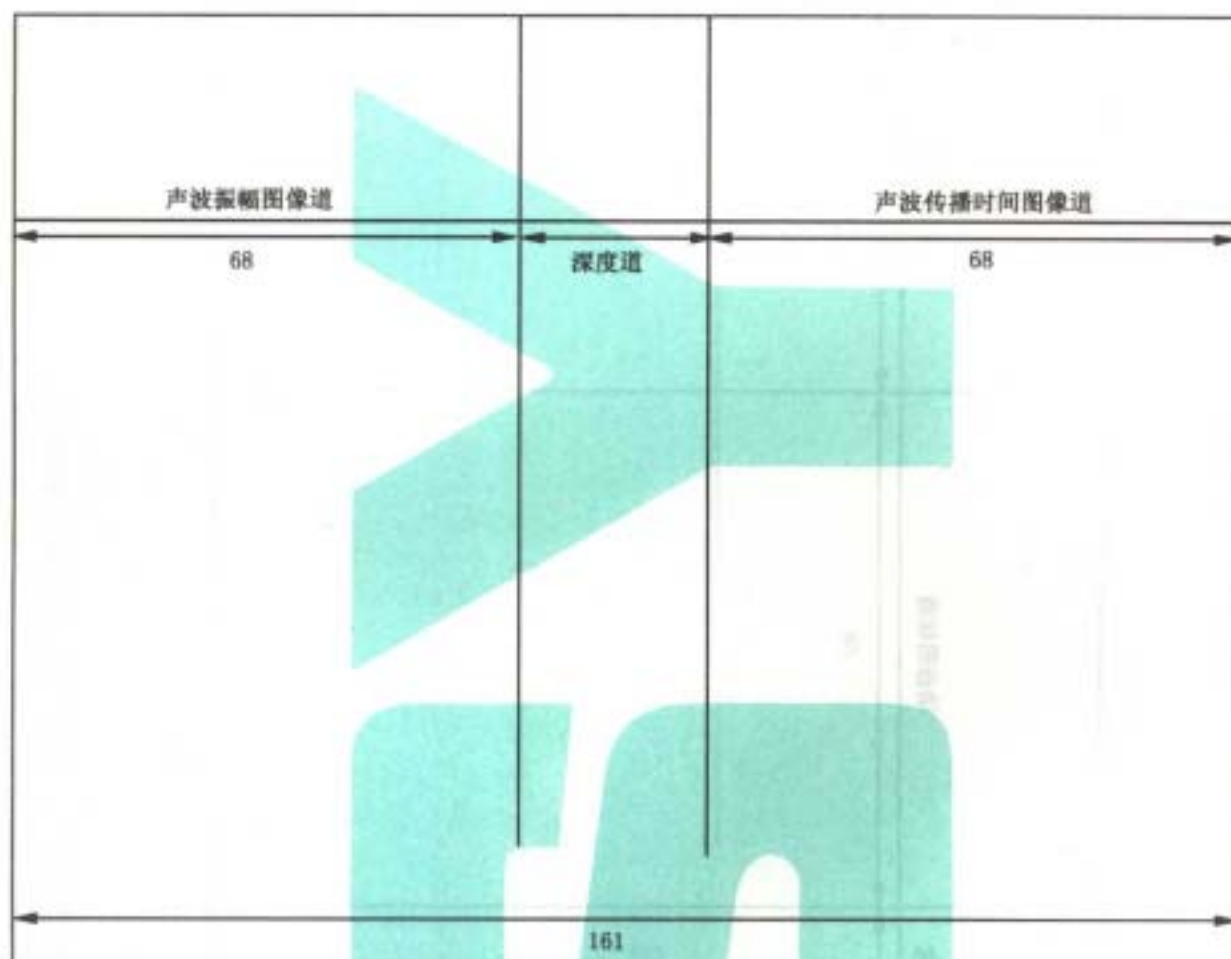


图4 声波成像测井振幅和传播时间图像规格

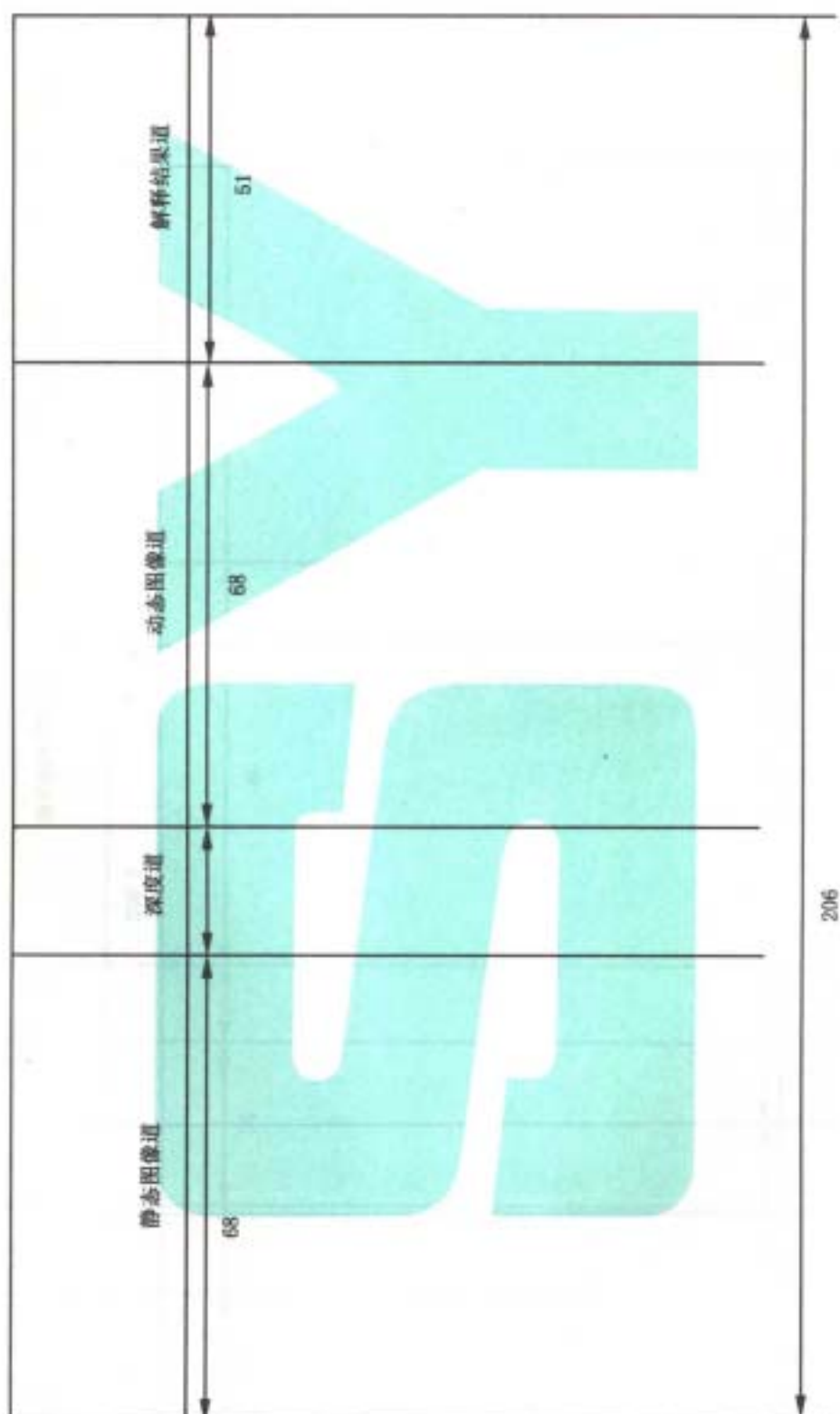


图 5 声波成像测井振幅和传播时间图像及解释结果图规格

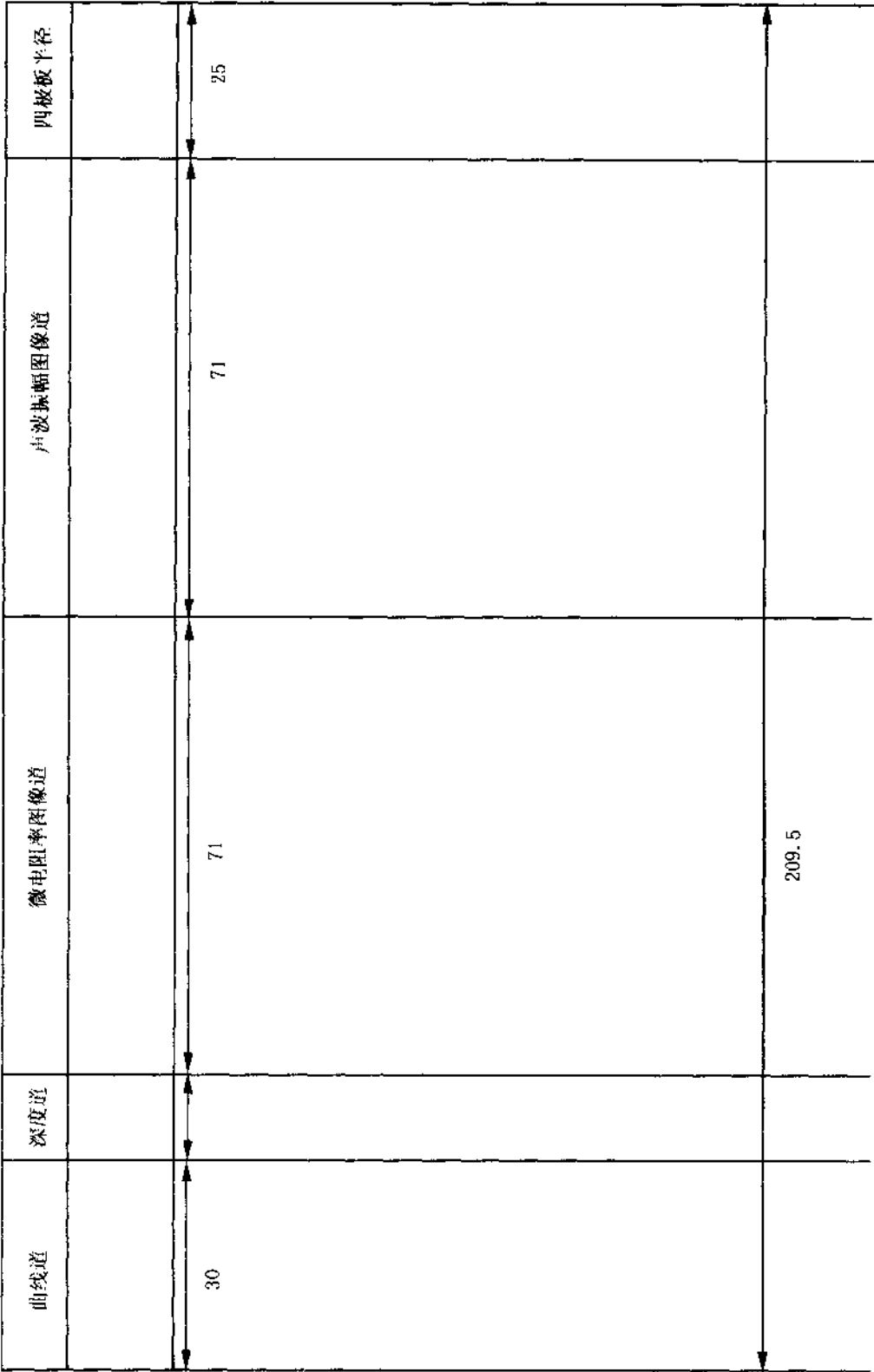


图 6 声、电成像组合图规格



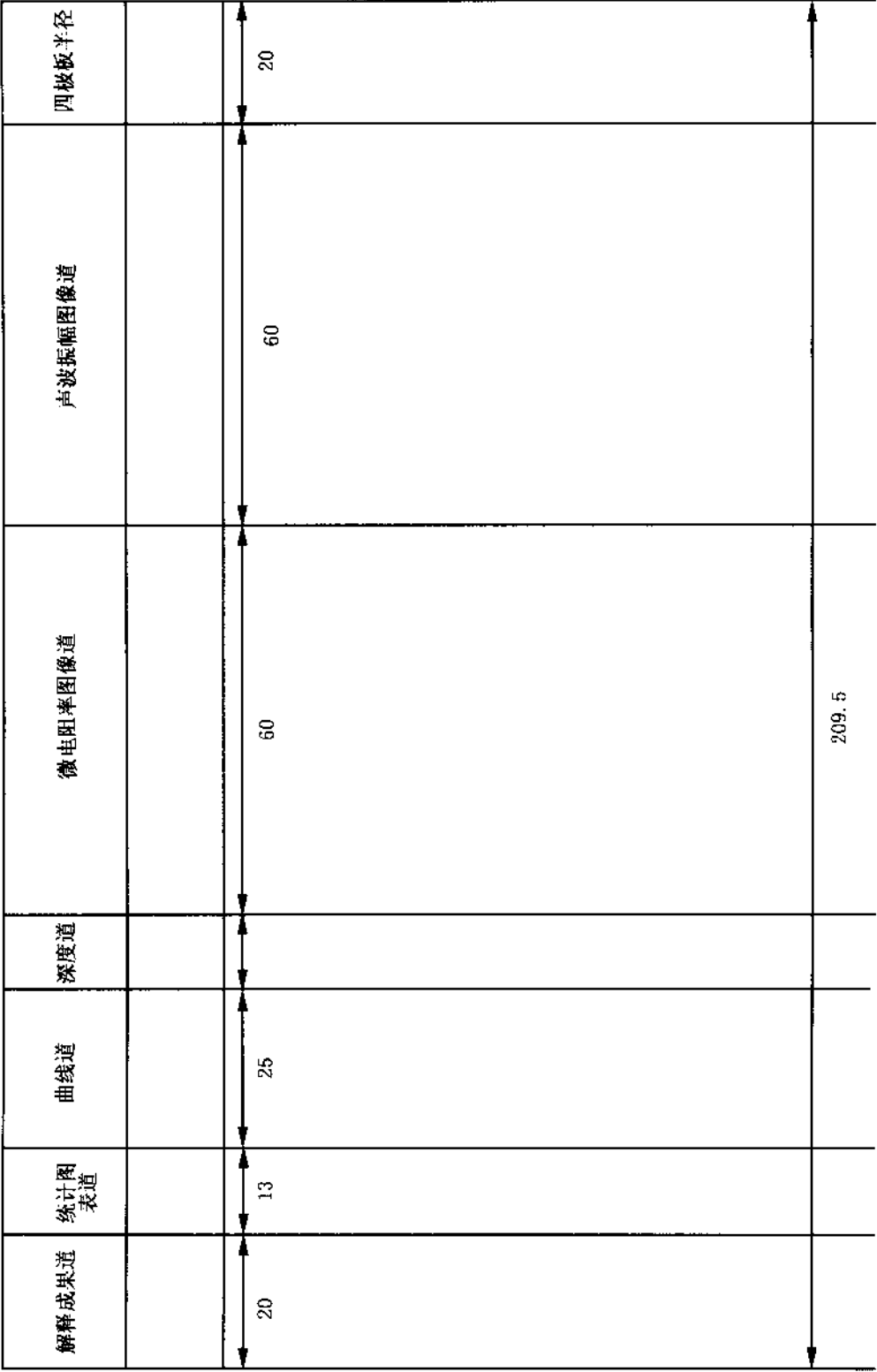


图 7 声、电成像组合解释图规格

# 井成像测井解释报告

编写人: \_\_\_\_\_

审核人: \_\_\_\_\_

技术负责人: \_\_\_\_\_

新疆石油管理局测井公司研究所

1999 年 08 月 01 日

图 8 报告封面样图

井成像测井解释报告

黑体  
一号字

编写人: \_\_\_\_\_

审核人: \_\_\_\_\_

技术负责人: \_\_\_\_\_

黑体小三号字  
行间距: 12mm

××××××××(编写单位)

×××× 年 ×× 月 ×× 日

黑体小三号字  
行间距: 10mm

210

259

图9 报告封面规格

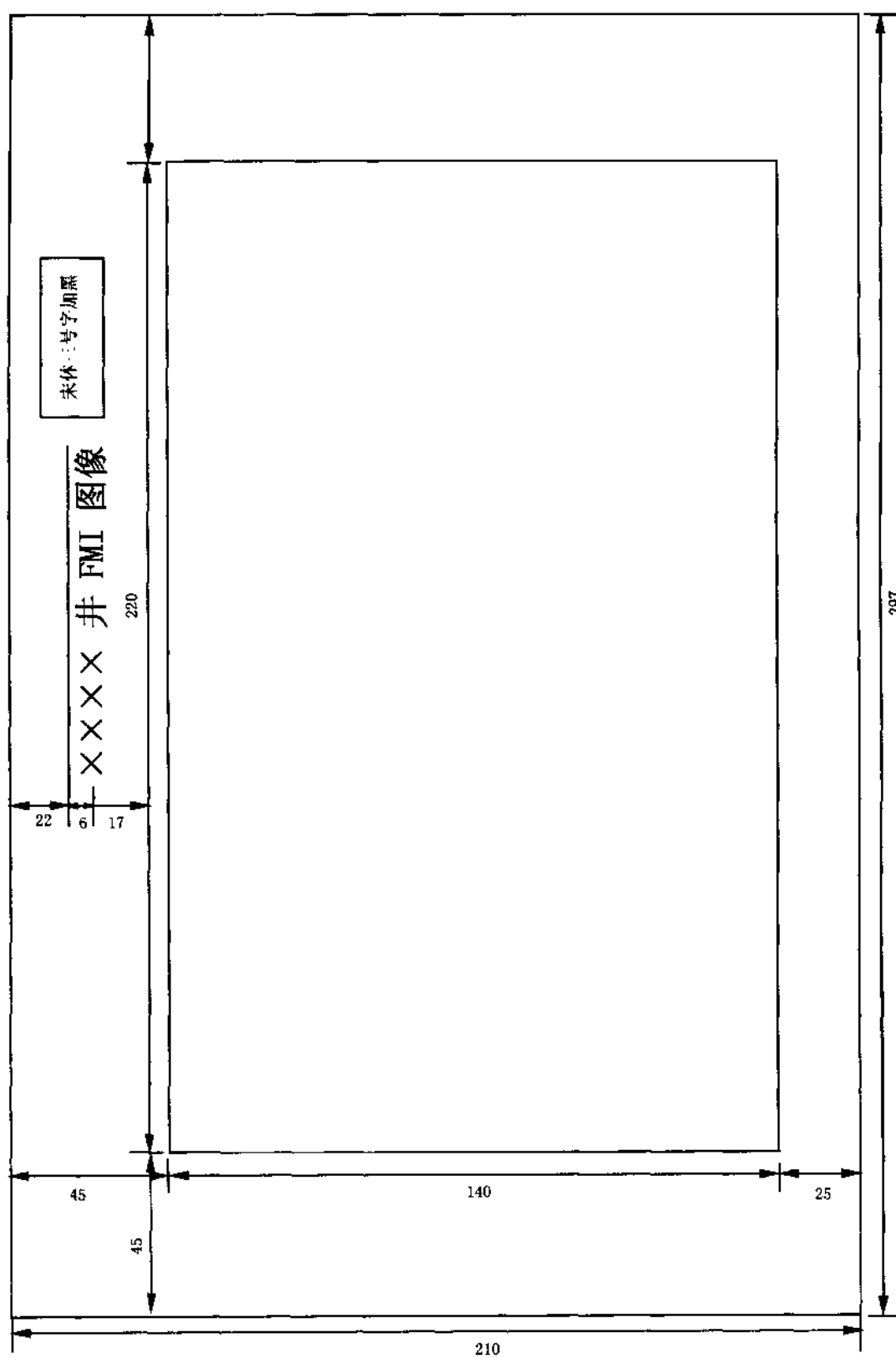


图 10 报告附图格式与规格