

# 需求描述及分析工具 CPSL / CPSA\*

许龙山 吴东升 程崇炎

(中国科学院软件研究所, 北京)

## REQUIREMENT DESCRIPTION AND ANALYSIS TOOL CPSL / CPSA

Xu Longshan, Wu Dongsheng, and Cheng Chongyan

(Institute of Software, Academia Sinica, Beijing)

### ABSTRACT

A key factor of reducing software development cost is how to improve the reliability and consistency of large and complicated software. Many CASE tools have emerged. This paper presents a large CASE tool called CPSL / CPSA (Chinese Problem Statement Language / Chinese Problem Statement Analyzer) which was developed as a Chinese version of PSL / PSA. The paper also describes an example of using CPSL / CPSA in a target application.

CPSL / CPSA has been used successfully in the "Computer-aided Economics and Information Management System" of Beijing Vegetable Corporation and the "Oil-deposition Simulation Software" of the Ministry of Petroleum of China.

### 摘 要

如何解决大型的复杂软件的可靠性及一致性问题降低软件开发成本的关键。由此应运而生了许多计算机辅助软件工程(CASE)系统。本文将介绍我室汉化成功的大型软件工具 CPSL / CPSA (Chinese Problem Statement Language / Chinese Problem Statement Analyzer) 系统, 并摘要介绍如何应用该系统来描述一个目标系统。

CPSL / CPSA 系统应用于软件生命周期的需求分析及设计阶段, 其特点在于它提供了一个与自然语言类似的需求规范描述语言来描述目标系统, 并具有对目标系统的描述进行分析、修改的能力, 输出分析报告及自动生成文档。该系统应用于北京市蔬菜公司经济

信息管理系统的分析和设计, 及石油部油藏模拟软件系统的分析、设计和文档生成, 收到良好的效果。

## § 1. 前言

在软件开发周期的需求分析、逻辑设计、物理设计、测试、运行、维护等各个阶段中, 需求分析是至关重要的一个步骤。其主要任务是分析、理解和表达用户对软件系统的需求。实践证明, 在需求分析阶段所出现的错误, 在后面各阶段将花费上百倍的代价来弥补这个错误, 由此应运而生的系统分析和设计技术, 以及各种自动的需求分析工具, 就是为了使设计人员在大型的软件系统的分析设计中能更好地把握系统。

PSL / PSA (即: 问题描述语言 / 问题描述分析器 Problem Statement Language / Problem Statement Analyzer)是国际上软件工程工具方面的杰出代表之一, 它是信息处理系统和软件工程的需求分析、逻辑设计等方面的计算机辅助设计工具(CASE TOOL), 由美国 Michigan 大学 ISDOS / PRISE 软件工程研究室于 1973 年研制成功, 经过十年的试用及改进, 于 1983 年正式投放国际市场。目前已有美洲、亚洲、非洲的 16 个国家和地区的 200 多个大单位采用, 其中美国国防部、财政部、IBM 公司、AT&T 公司、石油公司等许多单位和部门陆续采用。

PSL / PSA 是一个较成功的信息系统辅助设计工具, 它的报告格式、文档格式及描述语言的语法等也已为广大的用户所接受。在我国, 英语尚不普及, 若用户名、文档等都仍然使用英语来描述, 则必然造成用户理解困难, 所以, 汉化是必要的。另外, 在消化该系统的同时, 也能为我们开发自己的软件工程工具提供一定的借鉴。

CPSL / CPSA 是汉化的 PSL / PSA, 它可应用于软件开发周期的各个阶段的自动文档生成, 产生需求分析报告, 对目标系统提供一致性和完整性检查。它适用于软件工程中的各种方法学和设计技术, 特别是开发大型软件系统时, 该系统能有效地减少投资和错误。例如, 在用 SA(Structure Analysis)方法进行软件需求分析时, 用户一边将数据处理功能描述作自顶向下的分解, 一边将分析过程中遇到的数据流、文件、加工等对象用 CPSL 语言描述出来, 并将这些描述输入到 CPSA 数据库中。CPSA 系统将对输入信息进行一致性和完整性检查, 并保存这些描述信息。用户可随时根据这些信息产生各种最新的系统分析报告和需求规格文档。

## § 2. CPSL / CPSA 的组成

### 1. CPSL——需求规范描述语言

CPSL 是系统提供给用户的, 用于描述目标系统的非过程化语言, 其结构类似于自然语言, 具有易学易懂、描述方便的特点。它提供了 18 种目标类型(object types)及各目标类型间的 60 余种关系描述。该部分我们将在第四部分给出较详细的介绍。

### 2. CPSA 数据库

CPSA 数据库是 CPSL / CPSA 系统的核心, 为一个网状数据库。它用于储存用户对目标系统所描述的所有内容。每个项目可以建立自己的 CPSA 数据库, 以便建立项目管

理。当新的有关信息投入使用并录入数据库时，系统中关系的变化将被自动检查以保证目标系统描述的完整性和一致性。

储存在 CPSA 数据库中的内容涉及目标系统的结构、动态、数据流、项目管理信息、规模、频率、资源消耗以及用户定义的属性等，所包含的内容远远超过了数据字典所能表达的信息。

### 3. 数据库修改命令

CPSA 是一个命令交互式的系统，它提供了三个修改数据库内容的命令：

ICPSL——输入 CPSL 语句；

RCPSL——置换 CPSL 语句；

DCPSL——删除 CPSL 语句。

当用户用 CPSL 语言写好目标系统的描述语句后就可以用 ICPSL 命令将这些描述语句输入数据库，也可以用 RCPSL 及 DCPSL 命令替换或删除数据库中已有的目标或关系。

### 4. CPSA 分析报告

CPSA 能输出 37 种格式的分析报告。所谓分析报告，就是系统自动地对 CPSA 数据库中的目标及关系进行检查，判断系统的一致性及完整性，并以方框图、矩阵图及报表等格式描述出系统的结构、流程、相关作用等等。CPSA 根据系统结构及数据结构的分解规则、上下文语义逻辑及所采用的方法学的规定自动进行一致性检查，解决描述中的不一致性或二义性冲突。同时用户可根据所采用的方法学来选择检查目标系统一致性及完整性的标准，并据此标准对照相应的输出报告及文档进行检查。例如，系统中模块的所有输入输出都分解为其子模块的输入输出，而所有子模块的输入及输出应正好是其父模块的输入及输出，这是 CPSA 自动检查数据结构一致性的一个标准。

### 5. DOCGEN (Document Generator) 文档生成

目标系统的文档可由两部分组成，即 CPSA 分析报告及用户描述。当文档的内容需要修改时，用户只需改变 CPSA 数据库中的内容，重新输出一文档，这样，就不会引起系统描述不一致，也不会造成重复劳动。

文档生成可以提供如下几个方面的描述：

系统结构、数据结构、数据字典、数据流程图、处理链以及各类数据与处理间关系分析报告。用户可以自由选择报告以便按自己的文档标准组织文档。

## § 3. CPSL / CPSA 的系统结构

目前，在缺少原代码的情况下较为流行的汉化方法是利用 DEBUG 或 ADB 等工具对目标代码进行剖析，修改数据段及滤汉字高位的程序段，使之能接收汉字字符。但是，这种方法强烈地依赖于各类机型。由于 PSL / PSA 是一个大型软件，在我国用户也较少，而且目前安装该软件的宿主机也不相同，所以，我们选择了能减少在各类机器上的开发费用、能减少重复劳动的汉化方法。

CPSL / CPSA 是我室与美国 Michigan 大学 PRISE 实验室合作的产品，原先实现在 Apollo 上，并于 88 年在密执安大学进行了演示。根据用户的要求，我们又将该软件的中

文界面移植到 PC 上，用汉字终端仿真的方法实现了 PSL / PSA 的汉化，实践证明，该方法具有较好的通用性，能够与各种机型联机使用，有效地节省了开发费用，并且能够较容易地稍加修改而实现其它软件的汉化(见图 1)。

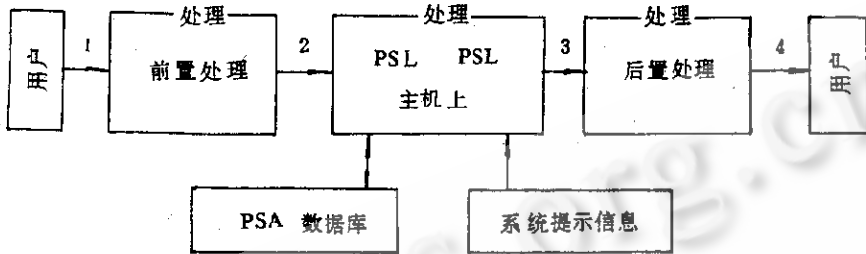


图1 CPSL / CPSA 的系统结构框图

其中

- ①CPSL 描述语句，CPSA 命令及参数；
- ②PSL 描述语句，PSA 命令及参数；
- ③PSA 分析报告及英文提示信息；
- ④CPSA 分析报告及中文提示信息。

在 CPSL / CPSA 系统中，前置处理及后置处理实现在运行汉字 DOS 的各种 PC 系列微机上，通过终端仿真与主机(Apollo)交换信息。

### 1. 前置处理

由于 PSL / PSA 系统定义了自己的符号集，并对 PSL 语言定义了英文式的语法规则及保留字，CPSL / CPSA 要充分利用 PSL / PSA 系统，就必须在将中文信息送往 PSL / PSA 系统之前将汉字信息及 CPSL 描述转换成 PSL / PSA 系统能够接收的语法规则及保留字，并把汉字用户名映射到 PSL / PSA 系统的符号集中。这就是前置处理的功能(见图 2)。

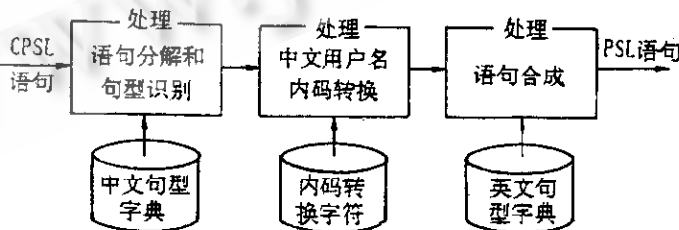


图2 中英文描述语句转换的流程图

例如，下述 CPSL 语句：

定义 处理 工资处理；

用 A1, A2 导出 B1, B2;

转换成 PSL 语句为:

```

DEFINE PROCESS x x x x;
DERIVES B1, B2 USING A1, A2;

```

其中 x x x x 为汉字“工资处理”的多字节编码。

### 2. 后置处理

后置处理的功能就是对分析报告进行处理。必须将编码后的用户名映射回汉字，将英文保留字转换成中文保留字，英文提示信息转换成中文提示信息，英文描述语句转换成中文描述语句。对一些特殊格式的分析报告做专门处理，使之符合中文的习惯。

图 3 为后置处理流程。

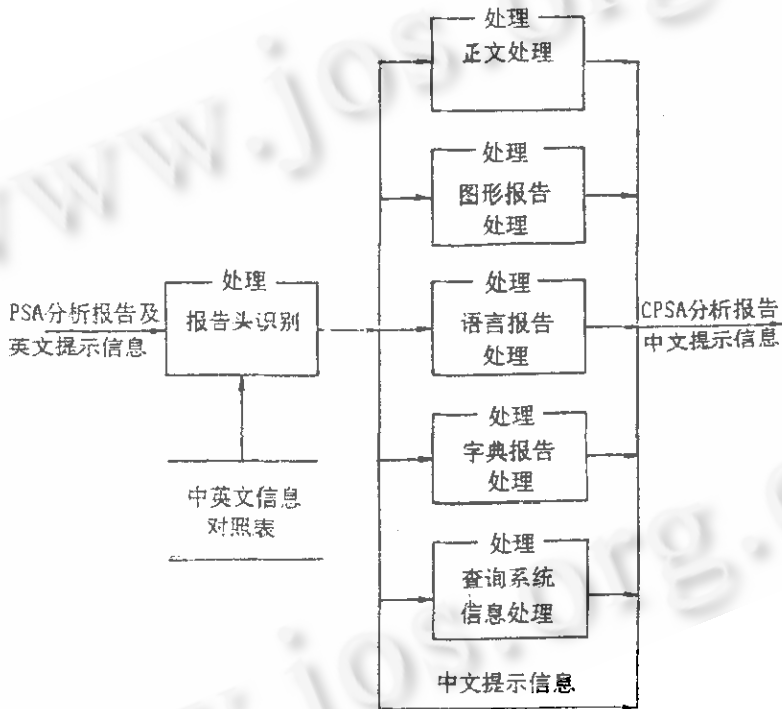


图 3 后置处理

## § 4. CPSL 问题描述语言

CPSL 是系统提供给用户的中文描述语言，其语法规则类似于中文的自然语言。用户用它来描述目标系统中的目标及关系。

### 1. 目标，目标类型，目标类型及关系

用户用 CPSL 来描述与目标系统有关的目标。对每一个被描述的目标，用户赋给它一个目标名，用以唯一地标识该目标。每一个目标都有一个目标类型。一个目标的类型可在一个 CPSL 定义段的段首使用目标名时定义，也可以在一个 CPSL 语句中由上下文自

动确定, 或定义为未定义类型。用户定义过的目标可通过使用 CPSL 描述语句与其它目标建立各种关系。如处理与实体的使用或产生关系等等。

CPSL 共能描述如下 18 种目标类型:

属性, 条件, 元素, 实体, 备忘录, 输出, 处理, 处理器, 事件, 组, 输入, 界面, 单位, 关系, 资源, 集合, 系统参数, 未定义。

## 2. CPSL 关系描述

CPSL 的核心是定义上述目标类型间的关系。其语法描述按照对目标系统描述的下述几个方面进行分类:

### a. 性质和特性

在目标系统描述中, 具有某一特定类型的所有目标都具有区别于同种类型的其它目标的特性。因此, 必须将系统中特定的目标的性质表示出来。通常, 性质和特性描述了某一给定目标的特征。

### b. 系统边界和输入输出流

用于描述目标系统与其环境之间的相互关系。它包括描述:

由环境(INTERFACE 即界面)提供给目标系统(PROCESS 即处理)的目标(INPUT 即输入); 由目标系统所产生、并由环境所接收的目标(OUTPUT 即输出); 以及环境对系统内部信息(SET 即集合)的责任。系统边界由通过系统边界的内容所描述。

### c. 系统结构

在大多数系统中, 系统结构研究系统的内在层次关系。它包括信息结构和处理结构。结构也可以使某种设计方法(如: 自顶向下的设计方法)更加有效。在本系统中, 所有信息首先进行分组、在最高层中用一个名字来调用它们, 然后逐步分解。系统结构可以表示那些系统中存在的层次关系, 也可表示那些代表逻辑上的分组、但并不实际存在的层次关系。

### d. 数据结构

在本系统中, 数据结构表现为: 以各种信息分类(如: 文档、信息及报告)对数据进行分组。数据结构描述还包括对数据逻辑分类间的关系及与这些关系相关的数据进行说明。

### e. 数据推导

系统描述中, 数据推导说明了系统以何种方式对数据进行操作或推导, 它指出什么信息被使用、修改和/或导出, 以及如何执行, 由哪些处理执行等等。这部分不同于系统边界和输入输出流, 后者指出系统的输入和最终输出, 而没有说明引起这些转换所采取的操作。数据推导可以处理较低级的数据转换, 而系统的输入输出流则只涉及通过系统边界的信息集(输入和输出)。

### f. 定量和资源利用

这部分涉及系统的大小和影响处理该系统所需资源的一些因素。为了描述系统的大小, 系统所牵涉的参数应命名为目标。这部分还涉及系统的组成部分对资源的消耗及使用。

### g. 系统控制

系统控制涉及调用结构及执行顺序。在目标系统中, 所执行的处理(PROCESS)次序可用用户定义的顺序(COMES BEFORE)和调用结构(UTILIZES)的“返回调用(CALL

WITH RETURN)"来说明,它与系统动态不同,这部分既不包括时间也不包括条件。

#### h. 系统动态

系统动态描述依时间变化的目标系统在运行中的不同状态,系统的行为可用事件发生原因及特定事件发生时系统的反应来分析。

#### i. 课题管理

除描述所分析的目标系统之外,目标系统的课题设计(或建立文档)本身也需要做记录,对每个设计人员都必须确定其对目标系统中特定目标的描述所应负的责任,也可以用 CPSL 语句的性质和特性方面来描述课题管理。

## § 5. 应用实例

“多层两维两相油藏模拟软件”是我室与石油部合作开发的软件,其需求规范说明书就是利用 CPSL / CPSA 系统为工具完成的,内容和格式基本遵守《石油软件开发规范和文档标准》。表 1 为用户用 CPSL 编写的一小段目标系统描述:

表 1 用 CPSL 描述的语句

定义	处理 INIT;
	关键字是 'Level 1';
	产生 预处理结果;
	接收 静态数据, 常数参数;
	子部分是 静态数据接收, 静态处理, 预处理结果生成;
	是 两维两相油藏模拟的部分;
	创建 预处理结果文件 A2;
	使用 静态数据, 常数参数 1;

表 2 是 CPSA 产生的部分结构报告。

表 2 结构分析报告

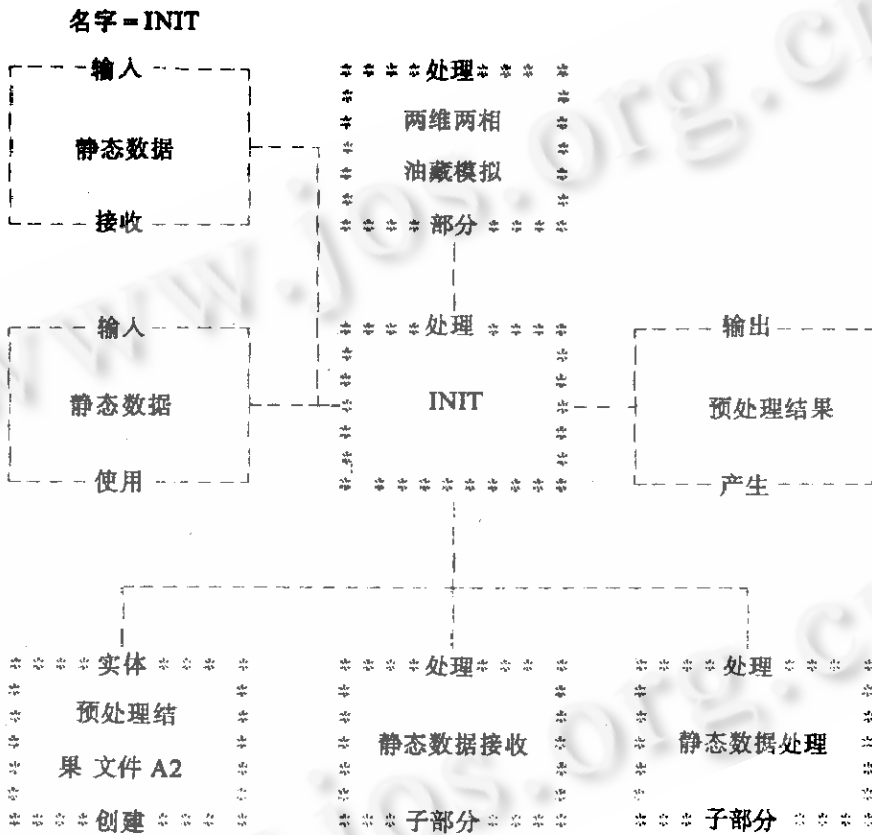
1	1 两维两相油藏模拟	处理
2	2 INIT	处理 (子部分)
3	3 静态数据接收	处理 (子部分)
4	3 静态数据处理	处理 (子部分)
5	3 预处理结果生成	处理 (子部分)
6	2 MODEL	处理 (子部分)
7	3 数据读入	处理 (子部分)
8	3 重启	处理 (子部分)
9	3 系数求解	处理 (子部分)
10	3 压力求解	处理 (子部分)
11	3 饱和度求解	处理 (子部分)
12	3 模拟结果生成	处理 (子部分)

从该输出报告可很容易地看出:

- a.系统的主模块为“两维两相油藏模拟”,
- b.系统为树形结构, 功能逐步分解.

表 3 为 CPSA 产生的图形报告.

表 3 图形报告



该报告描述了处理“INIT”与其它目标的关系:

- a.INIT 接收并使用输入“静态数据”;
- b.产生输出“预处理结果”;
- c.创建实体“预处理结果文件 A2”;
- d.它是处理“两维两相油藏模拟”的子部分.
- e.它的子部分有处理“静态数据接收”、“静态数据处理”.

上述分析报告并未显示出处理的过程, 但与扩展图形报告, 处理链报告, 或数据使用



分析报告等结合, 就可以很清楚地表示系统的结构。

## § 6. CPSL / CPSA 的应用范围

CPSL / CPSA 的应用范围主要由 CPSL 所决定, 因为它决定了系统可能描述目标系统的哪些方面。概括来说, CPSL / CPSA 可应用于如下几个方面:

- a. 信息处理系统;
- b. 商业应用;
- c. 需求分析和软件工程;
- d. 实时命令和控制;
- e. 企业分析工具;
- f. 数据分析 / 数据库设计, 它可以作为自动逻辑数据库设计工具;
- g. 项目管理。

美国的 AT&T 公司从 1972 年开始, 将 PSL / PSA 作为信息处理软件开发工具, 应用到 140 个开发项目中, 取得良好效果。

## § 7. 结束语

CPSL / CPSA 作为一个软件工程工具对软件系统的开发具有很广泛的用途。它的研制成功, 为国内大型信息系统和软件工程提供了一种现代化的计算机辅助软件工程 (CASE) 工具。当然, 进一步的工作还很多, 我们正在开发以图形为输入输出手段的 DFD 系统, 需求规范语言 / 需求规范分析器系统, 及以 ORE 知识库模型为基础的智能软件工程环境。这些系统形成一个整体, 将使我们的软件工程环境开创一个新的阶段。