

Mark 5 远程控制和数据传送工具*

王伟华¹ 欧海峰²

(1. 中国科学院上海天文台, 上海 200030; 2. 河南工业大学理学院, 郑州 450052)

提 要

mk5tool 是一个命令驱动的工具软件,用于 VLBI 重要设备 Mark 5 的远程控制和数据传送的自动化。该软件通过网络运行 Mark 5 命令,实现 Mark 5 的远程控制;通过文本文件输入,实现 Mark 5 硬盘阵列、Linux 系统硬盘,相关处理机之间的批量数据自动传送;同时具有 Mark 5 系统状态检查的功能。mk5tool 是 VLBI 观测和相关处理中的重要工具,在绕月探测工程 VLBI 测轨任务和中国 VLBI 网的天文观测中已经得到成功应用。该文详细介绍了 mk5tool 的系统设计、功能、用法和软件实现过程。

主题词: VLBI — Mark 5 — 软件

分类号: TP31, TP273

1 引 言

在甚长基线干涉测量(Very Long Baseline Interferometry, VLBI)技术中,每个参与台站使用 Mark 5 记录系统来实现观测数据的记录。传统方式是把数据记录在 Mark 5 硬盘阵列中,然后寄送到某个相关处理中心;中心使用自己的 Mark 5 系统进行数据回放和相关处理。随着互联网络的高速发展,台站用 Mark 5 设备直接通过网络把观测数据传送到相关处理中心进行处理,这种处理方式称为 e-VLBI 模式。在传统 VLBI 模式和 e-VLBI 模式中,都涉及到 Mark 5 系统的控制,以及 Mark 5 系统与 Linux 系统以及相关处理机之间的数据传送。国外 MIT Haystack Observatory 提出 Experiment Guided Adaptive Endpoint (EGAE) 计划以及 VSI - E Transfer Protocol (VTP)^[1],用来实现 e-VLBI 观测中的数据自动传送。

为了满足绕月探测工程 VLBI 测轨任务和中国 VLBI 网观测的需要,我们设计开发了 mk5tool 软件。该软件基于命令驱动的工具软件,使用 C 语言编写,可以运行在类 Linux 系统;mk5tool 通过命令行来远程控制操作 Mark 5 系统,实现 Mark 5、Linux 系统硬盘以及相关处理机之间的数据的批处理传送。mk5tool 已经在绕月探测工程 VLBI 测轨任务中得到成功应用,目前主要应用在中国 VLBI 网的日常观测中。

收稿日期:2009-07-17; 修回日期:2009-08-10

* 国家自然科学基金(No. 10333020)项目资助课题。

2 Mark 5 系统简介

Mark 5 系统是基于硬盘的 VLBI 数据记录系统,已有 Mark 5A、Mark 5B 两种型号^[2,3]。目前中国 VLBI 网四个台站均使用 Mark 5A 系统(参见文献[4]),最近正逐步配置 Mark 5B 系统。mk5tool 的设计同时支持 Mark 5A 和 Mark 5B 两种系统。

Mark 5A 和 Mark 5B 都是基于标准 PC 计算机平台和商业化标准部件以及定制设计的接口卡开发而成,记录介质为两组 8 个普通硬盘组成的硬盘阵列。Mark 5A 系统的核心是 I/O 板和‘SteamStor’硬盘接口卡,通过这两个组件实现 VLBI 数据端口、磁盘阵列、系统主机 PCI 总线三者之间的连接,其中 VLBI 数据端口为输入和输出两路(参见图 1)。

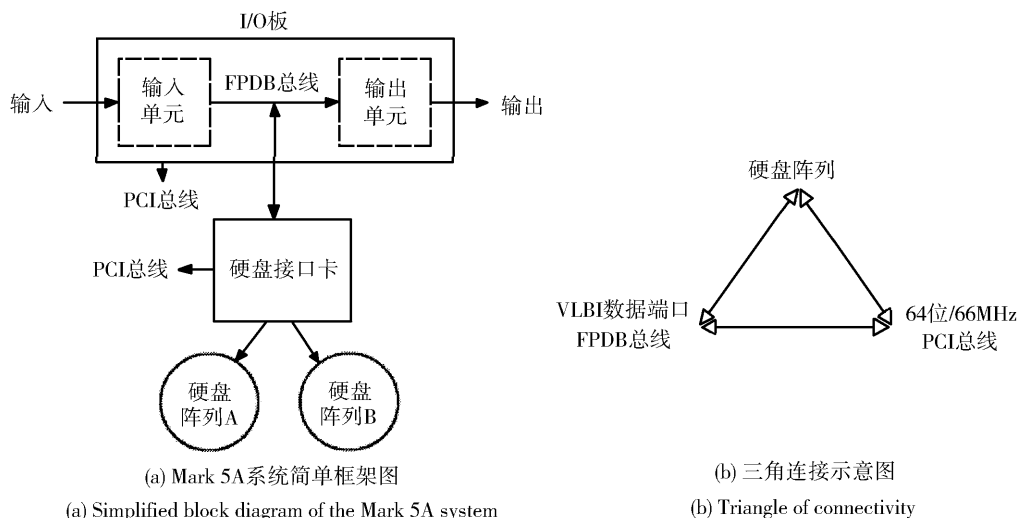


图 1 Mark 5A 系统^[2]

Fig. 1 Mark 5A system

Mark 5A 的操作系统为 Debian Linux 系统,程序 Mark5A 用来实现 Mark 5A 的控制和具体操作^[5]。Mark 5B 的操作系统也为 Debian Linux 系统,程序 dimino 用来实现 Mark 5B 的控制和具体操作^[3]。通过 TCP 协议与 Mark5A 和 dimino 的通信,并控制 Mark 5A 和 Mark 5B;另外一个 TCP 端口用来实现数据传送。

3 mk5tool 系统设计

3.1 系统框架

Mark 5 系统本身具有千兆网卡,可以通过网络快捷地完成异地操作。mk5tool 设计为通过 TCP 网络协议,实现 Mark 5 系统远程控制和数据传送。同时 mk5tool 是命令驱动式的程序,由用户通过命令行来输入指定命令并实现相应操作,系统结构如图 2 所示。mk5tool 程序包括如下模块:

命令解析模块 对命令行进行解析,获取用户输入并检查参数,然后调用指定子命令操作;

子命令模块 主要有 10 个子命令模块,分别实现 Mark 5 的各种操作:

- status** 子命令 Mark 5 系统状态检查;
- tst** 子命令 远程命令操作;
- ls** 子命令 列出硬盘 scan 列表;
- sc** 子命令 scan 检查;
- dc** 子命令 数据格式检查;
- d2f** 子命令 把数据回放到 Mark5 主机的统
硬盘;
- m2h** 子命令 把数据回放到指定主机上的
系统硬盘;
- h2m** 子命令 把系统硬盘上的数据备份到
Mark 5;
- d2n** 子命令 把数据通过网络回放,特别用
于上海软件相关处理机;
- m2m** 子命令 在 Mark 5 之间的进行数据拷
贝;

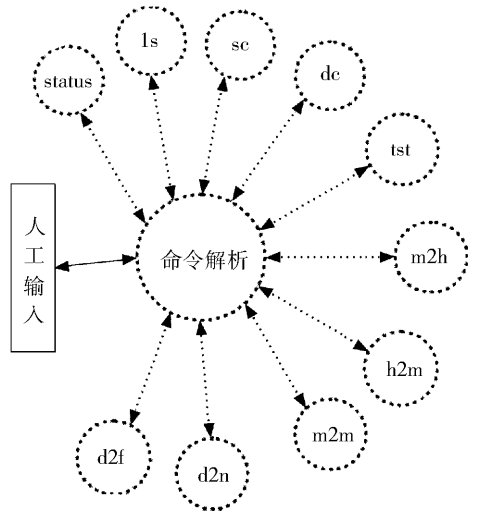


图 2 mk5tool 系统结构示意图

Fig.2 The structure diagram of mk5tool system

错误处理、内存分配和代码跟踪模块 包含内存分配,各类信息和错误处理和显示,跟踪代码等功能函数;

文本处理模块 包含各种字符串分析处理功能函数;

3.2 信息处理流程

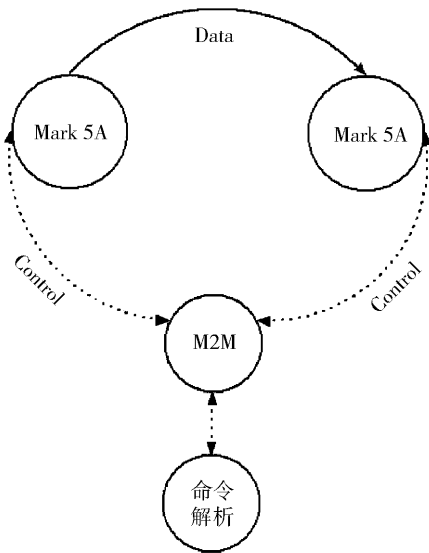


图 3 子命令 <m2m> 信息处理流程示意图

Fig.3 The data and control flow of the subcommand <m2m>

mk5tool 程序对用户输入命令行进行进行解析,获得子命令及其参数;执行相应子命令模块,实现所需操作(见图2)。下面分别给出子命令 <m2m> 和 <d2n> 的信息处理流程。

子命令 <m2m> 信息处理流程如下(参见图3):

- (1) 对命令解析模块传入的参数进行检查;
- (2) 通过网络协议,分别连接发送数据和接收数据的 Mark 5,建立通信;
- (3) 分别控制两台 Mark 5,调用相应命令:一台 Mark 5 负责传送数据,另一台 Mark 5 负责接收数据;
- (4) 根据用户指定文件中的观测 scan 列表,进入循环处理,依次把所有 scan 传送完毕;
- (5) 所有 scan 数据传送完毕,关闭网络连接,返回命令解析模块;

子命令 <d2n> 信息处理流程如下(参见图4):

- (1) 对命令解析模块传入的参数进行检查;
- (2) 通过网络协议,连接指定Mark5,建立通信;
- (3) 控制指定 Mark 5,调用相应命令控制 Mark 5 向软件相关处理接收模块发送数据;
- (4) 与 < m2m > 流程中的(4)相同,循环处理所有观测 scan;
- (5) 所有 scan 数据传送完毕,返回命令解析模块;

其它子命令模块则实现了其它多种功能,具体见第4节所述以及用户手册^[6]。

3.3 命令语法

mk5tool 命令语法设计为:

```
mk5tool < subcommand > [ option1 ] [ option2 ]
```

尖括号内为子命令,必须跟随在 mk5tool 之后,是 mk5tool 命令中必须输入的内容;方括号内为可选项。选项跟随在子命令之后,但选项没有特定顺序。命令行选项采用 Linux 命令行选项格式,即以连字符“-”开头的单个字符的短选项,和双连字符“--”长选项,选项后面可能跟有参数。在实际操作中不需要输入尖括号和方括号。例如:

```
mk5tool help status
mk5tool tst -- mark5 178.1.1.11 -- cmd "net_protocol?"
mk5tool m2h -- mark5 178.1.1.11 -- host 178.1.1.31 -- scan A.txt
```

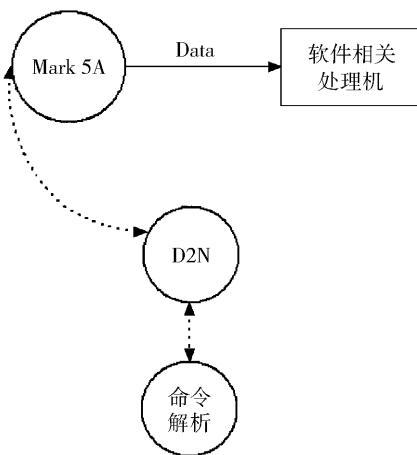


图4 子命令 <d2n> 信息处理流程示意图
Fig.4 The data and control flow diagram of the subcommand <d2n>

4 mk5tool 主要功能

4.1 远程执行 Mark5 命令

mk5tool 提供子命令 < tst | tstmark5a | tstdimino > (注:子命令 < tst > 是 < tstmark5a >, < tst-dimino > 的简写形式,三者作用相同。其它子命令也有类似情况),实现远程执行 Mark5 命令。该子命令首先连接指定的 Mark 5 系统;然后调用指定命令,并反馈执行结果。例如,让 Mark 5 系统(178.1.1.11)执行命令 scan_set = 1,可以键入:

```
mk5tool tst -- mark5 178.1.1.11 -- cmd scan_set = 1
```

或

```
mk5tool tstmark5a -- mark5 178.1.1.11 -- cmd "scan_set = 1"
```

均能实现该任务。其中选项--cmd 后面跟随需要执行的 Mark 5 命令。

基于此命令用户可以编写复杂的 shell 程序,实现对 Mark 5 的复杂操作。

4.2 Mark 5 系统状态检查

mk5tool 提供子命令 < status >,实现 Mark 5 系统状态检查。< status > 子命令首先连接指定的 Mark 5 系统,通过执行多个 Mark 5 命令,查询 Mark 5 系统状况,并把结果显示在标准输

出或者打印到指定文件。例如,检查 Mark 5A 系统(178.1.1.11)可以键入:

```
mk5tool status -- mark5 178.1.1.11
```

或

```
mk5tool status -- mark5 178.1.1.11 -o mark5.status
```

其中选项 `-o` 选项指定存放检查结果的文件。

4.3 Mark 5 数据查看和检查

mk5tool 提供如下子命令,以实现相应功能:

`ls` 获得 Mark 5 系统硬盘阵列中全部 `scan` 列表,并存放指定文件;

`sc` 对指定文件所列 `scan`,依次检查其状态,并把结果输出到指定文件;

`dc` 对指定文件所列 `scan`,依次检查其数据质量状况,并把结果输出到指定文件;

例如:

```
mk5tool ls -- mark5 178.1.1.11 -o A.txt
```

将把指定 Mark 5 系统(178.1.1.11)当前硬盘阵列的所有 `scan` 列表输出到文件 A.txt,其格式为:

| | | |
|----------------------------|-------------|-------------|
| 1 s6602x_3c273b_no0001 | 0 | 2866172264 |
| 2 s6602x_3c279_no0002 | 2866172264 | 5732351736 |
| 3 s6602x_1622 - 253_no0003 | 5732351736 | 10518327896 |
| 4 s6602x_1741 - 038_no0004 | 10518327896 | 15304465344 |

第一列为 `scan` 编号,第二列为 `scan` 名字;第三、四列为起始结束字节数。

4.4 批处理数据传送

mk5tool 提供如下子命令,自动实现各种形式的 Mark 5 数据大批量传送:

m2h 根据指定 `scan` 列表文件,依次把 Mark 5 硬盘阵列上指定 `scan` 的数据传送到主机的系统硬盘上,并存放在指定目录下;

h2m 根据指定 `scan` 列表文件,依次把指定目录下的 `scan` 数据文件传送到 Mark 5 硬盘阵列中;

m2m 根据指定 `scan` 列表文件,依次把一个 Mark 5 硬盘阵列上指定 `scan` 的数据传送到到另一个 Mark 5 的硬盘阵列中;

d2f 根据指定 `scan` 列表文件,依次把 Mark 5 硬盘阵列上指定 `scan` 数据传送到 Mark 5 自身的系统硬盘上;

d2n 根据指定 `scan` 列表文件,依次把 Mark 5 硬盘阵列上指定 `scan` 数据通过网络传送到指定主机上,通常是软件相关处理机的数据接收系统;

例如:

```
mk5tool m2h -- mark5 178.1.1.11 -- host 178.1.1.31 -- scan A.txt
```

将把 Mark 5 系统(178.1.1.11)的指定 `scan` 数据传送到该主机(178.1.1.31)系统硬盘上,文件 A.txt 列出要传送的 `scan` 列表。格式和第 4.3 节所指列表文件格式一致,只是对当前命令,第二列为输出文件名。

4.5 自帮助

mk5tool 本身包含详细的说明指南。在任何时候运行:

```
mk5tool help [subcommand]
```

即可查看子命令的命令语法、选项以及说明。如果在 mk5tool help 后面不跟子命令就会获得 mk5tool 的综述说明。

5 软件实现和使用情况

mk5tool 是在类 Linux 系统下,使用 C 语言开发而成,目前规模约为 8754 行。使用错误处理和代码跟踪模块,提供统一的信息显示和日志记录,实现快速错误定位,提高了快速解决问题的能力。命令界面统一、简单灵活,方便用户学习和使用。mk5tool 按照软件工程化进行管理,文档比较健全,使用 SVN 作为版本控制系统,维护方便;并且进行了良好的测试,系统可靠稳定。

在将近一年的嫦娥一号卫星 VLBI 测轨事后处理中,mk5tool 曾用来进行 Mark 5 数据的批量传送,特别是用于软件相关处理机的数据回放。在最近几次中国 VLBI 网的天文试观测中,mk5tool 都曾用来完成 Mark 5 数据批量传送。和 Mark 5 系统提供的交互式界面相比,mk5tool 能够非常便利地实现批量数据传送,自动化程度非常高,大大提高了工作效率。上述工作表明,mk5tool 能够满足我国 VLBI 网观测数据传递的需求。

6 总结和展望

mk5tool 实现了远程控制 Mark 5 系统和批量自动传送功能,满足了中国 VLBI 网绕月探测任务和 VLBI 天文观测的需求。基于命令驱动的设计,方便用户进一步利用脚本语言编写更复杂的 Mark 5 操作任务。同时灵活多变的功能,简化了 Mark 5 操作,提高了数据传送的高效和可靠。

随着绕月探测工程二期的实施以及天文观测的开展,VLBI 观测任务更加多样化,mk5tool 的应用也会更加广泛,mk5tool 自身也将会进一步发展和完善,以适应更多需要。

致谢 作者感谢韦文仁研究员的指导。

参 考 文 献

- [1] <http://evlbi.haystack.mit.edu/twiki/bin/view/EVLBI/EGAE>
- [2] Mark 5A System User's Manual. MIT Haystack Observatory, 2004
- [3] Mark 5B System User's Manual. MIT Haystack Observatory, 2006
- [4] 韦文仁, 薛祝和. 天文学进展, 2004, 22 (3) : 269
- [5] Whitney A R, Ball J A. Mark 5A command set, Revision 2.72, MIT Haystack Observatory, 2006
- [6] 王伟华. mk5tool 使用手册(内部资料), 上海: 中国科学院上海天文台, 2007

A TOOL FOR REMOTE CONTROL AND DATA TRANSFER ON MARK 5

WANG Wei-Hua¹ OU Hai-Feng²

(1. Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200030;

2. College of Science, Henan University of Technology, Zhengzhou 450052)

Abstract

The package mk5tool is a command-driven tool for remote control and automatic data transfer of Mark 5, an important device of VLBI station. It can be used to control a Mark 5 and run Mark 5 command through the Internet, to automatically transfer scans between a pair of Mark5's, between a Mark 5 and a Linux host and between a Mark 5 and correlator. It also has the function to check the status of Mark 5 system. The mk5tool is an important tool for VLBI observations and VLBI correlator. The package works well in astronomical VLBI observations and Chang'e lunar project. In this paper, We provide the design and implement of mk5tool and introduce the functions and usage of the package.

Key words VLBI — Mark 5 — software