

高能物理实验中一个在线 监测程序 KGeneral

周永钊 梁昊 薛俊东 陈一新
杨涛 龚达涛 金革 虞孝麒

(中国科学技术大学近代物理系 合肥 230026)

摘要 KGeneral 是在 ROOT 程序包下开发的一个高能物理实验在线监测程序。它读取 KLOEGlobal 程序的文件,显示 KLOE 实验的探测器、电子学线路、DAQ 重建数据的各物理量和加速器运行状态的参数,并定时刷新,以跟踪实验当前状态和数据质量。KGeneral 程序设有 Custom 选项,可以把用户感兴趣的图形在同一画板上显示。KGeneral 程序也有纵向和横向的 Slider,以使用户放大图形,更好地观察参数图形的细节。

关键词 程序 KGeneral 定制 滑尺

1 引言

KLOE 是一个运行在意大利科学院 Frascati 实验室 DAΦNE 加速器上的高能物理实验,其目的是在 K 介子系统中研究灵敏度为 10^{-4} 的 CP 破坏现象^[1]。

KLOE 的 Slow Control 系统能够在线监测探测器及其相关的电子线路的运行状态^[1]; Physmon 可以在线重建 e^+e^- , $\gamma\gamma$ 和宇宙线等事例,并在线监测以上事例数据的飞行时间、总能量、动量、作用顶点等物理量^[2]; 实验运行时加速器 DAFNE 的相关参数也被 Slow Control 系统收集^[2]。上述所有的数据被集成在一起,以 ROOT 文件的形式存放在 KLOE 的公共磁盘的/runcond 目录中,并用具有良好的图形界面 KGeneral 显示。

KGeneral 程序在 ROOT V2.23^[3] 程序包下编写,在编译模式下运行。ROOT 是一个由 CERN 的 Rene Brun 和 Fons Rademakers 自 1994 年起开发的程序包,1997 年开始对外公开发布。该程序包是以 OOP 方法及 C++ 语言开发而成的,是一个适用于海量数据的数据分析工具,目前在高能物理的各个实验室和高能物理的各个方面得到广泛的应用。

2001-07-05 收稿

1) A. Cardini, The KLOE slow control system, KLOE memo 206 (2000)

2) S. Miscetti, PHYSMON, KLOE memo in preparation

3) <http://root.cern.ch>

2 程序概述

KGeneral 程序图形界面如图 1 所示. 图的上方为 KGeneral 程序的主菜单, 下方为程序显示图形的画板, 图的右方为 Custom(定制)弹出子菜单.

KGeneral 程序主菜单上有 File, General, PHYS, SLOW, RATES, DAΦNE 和 Custom 选项. 在 File 选项的下拉菜单中, 用户可以选择 Online 或 History 子项. 在 Online 子项被选择后, KGeneral 程序每 1 分钟读一次/runcond 中的 ROOT 数据文件, 并自动刷新用户选择的图形显示; 而在 History 被选择后, 用户可以选择从 1999 年 1 月 1 日起的任何一天作开始的时间, 读入 1 天到 30 或 31 天的数据文件来显示其相关图形, 以便用户可以观察实验长期运行的情况. KGeneral 用 General, PHYS, SLOW, RATES 和 DAΦNE 的选项对运行的状态参数分类, 把相关的图形显示在同一个画板上. 程序也提供了定制选项, 由用户自己选择感兴趣的几个图形显示在画板上, 以便用户更灵活和更有效地观察实验运行的情况. 画板中有纵向和横向的 Slider(滑尺), 用户可以拉动滑尺从横纵两个方向放大图形, 观察运行时各个参数随时间变化的细节.

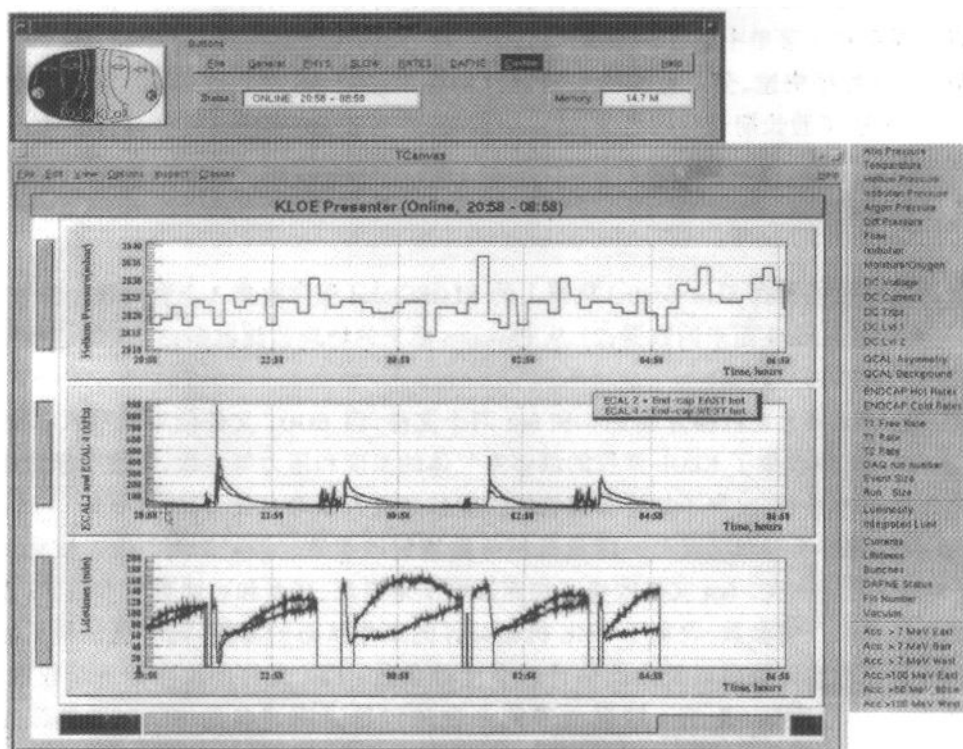


图 1 General 程序图形界面

图 1 表示了 KGeneral 程序在线监测使用的情况. 用户在 2000 年 12 月 18 日的 20 时 58 分开始在线监测 KLOE 实验的运行情况, 当前时间为次日的 8 时 58 分. 在用户选择了

定制子菜单中的“Helium Pressure”, “ENDCAP Hot Rates”和“Lifetimes”的子项后, KGeneral 程序在画板中显示了氦气体压力、东西两个方向端盖部量能器的事例率和 DAΦNE 加速器的寿命的图形, 以便用户使用这些图形来监测实验运行的情况. 需要特别说明的是, 在 04:58—06:58 时间段中, 由于加速器束流已经关闭, 所以图 1 仅给出了气体压力的曲线, 而没有给出在第二和第三个图形的曲线.

KGeneral 程序在 ROOT 编译模式下开发, 在 UNIX AIX4.3 系统下编译, 编译后的程序放在 KLOE 的公共磁盘区中. 用户可以在 KLOE 的任何一个 AIX 机器的终端上使用 KGeneral 程序.

KGeneral 程序选项的分类是为了用户能迅速有效地观察、掌握实验运行情况而设立的. 在 General 选项中, 程序集成了加速器电流和亮度、第一级和第二级触发系统的触发计数率、漂移室电流和超导磁铁参数等说明实验一般情况的子项; 在 PHYS 选项中, KGeneral 程序集成了 CALMON, TRKMON 和 DC Noise 等从 Physmon 来的说明数据质量的参数; 在 SLOW 中, 程序集成了漂移室、磁铁、量能器和气体系统的温度、压力、电流等慢变化的物理量; 在 RATES 选项中, 程序集成了量能器的端盖部、漂移室、触发系统和 DAQ 等的计数率物理量; 而在 DAΦNE 选项中, 程序则集成了加速器的束流寿命、束团数、流强和真空度等参数. 以上各选项中的所有子项, 都被集成在定制 (Custom) 的选项的下拉菜单中, 用户可以选择定制子菜单中的任一子项, 灵活地观察、说明实验运行的过程和情况.

KGeneral 程序快速、全面地监测实验运行的各项参数, 可以实时跟踪实验变化的数据, 也可以观察实验长期运行的情况, 是一个观察、监测 KLOE 实验的强有力的工具.

3 数据文件

数据文件由运行在 Slow Control 机器上的 KLOEGlobal 程序收集 3 个监测程序的数据:

1) 从 Slow Control 而来的数据; 2) 从 Physmon 而来的物理监测数据; 3) 从加速器控制器而来的加速器相关数据.

KLOEGlobal 将上述数据分成 slow 和 fast 两个文件, 以 ROOT 文件的形式写入 /runcond 目录下. slow 文件收集了 KLOE 谱仪的漂移室气体的温度和压力等参数, 收集了超导磁铁的温度和电流等参数, 收集了加速器束流的位置和束斑大小等参数, 同时也收集了 Bhabha 和 $\gamma\gamma$ 在量能器的桶部和端盖部的能量沉积等物理量的参数. slow 文件中的参数更新较慢, 约 5 分钟更新一次. fast 文件收集了加速器电子束电流、亮度和束团数等参数, 收集了量能器高压和低压的参数, 收集了 VME 机箱插件的工作状态的参数, 同时也收集了触发系统和背景噪声的计数率以及由此估计的亮度等参数. Fast 文件中的参数更新较快, 15 秒即可更新一次. Slow 及 Fast 数据文件的参数的详尽说明请参见 KLOE 的内部通信 236¹⁾.

KGeneral 程序读入上述文件后, 把文件中的数据转换为 slow 和 fast 两个 ROOT 的 TN-tuple 矩阵, 以便程序在显示图表时通过 ROOT 的 TTree 类来调用相关的数据.

1) M. Martemianov et al., KLOE memo 236 (2001)

4 KGeneral 类及其关系

KGeneral 程序共使用了 18 个类,其中主要的类都是从 ROOT 单向继承来的,而大部分类使用的都是合成类. KGeneral 各个类及其功能说明参见表 1.

表 1 KGeneral 程序类功能说明

类名	功能	类名	功能
KFileRead	读/runcond 目录下的 Fast 和 Slow 文件	KOnlineDialog	图形输出参数类
KGeneralFrame	给出 KGeneral 程序的主菜单及画板	KGeneralDraw	KGeneral 主菜单至各图形输出类的接口
KFrameDialog	给出 Online 和 History 的对话框	KHandler	Slider 处理
KGAS	气体参数图形输出	KTGraph	图形坐标下标计算子处理
KHVDC	探测器电压图形输出	KTGraphTree	图形坐标题头子处理
KPHYS	物理参数图形输出	KTText	图形坐标下标定位处理
KRATES	关于量能器、漂移室、DAQ 和 trigger 等计数速率的图形输出	KGlobal	程序常量
KDAFNE	加速器运行参数图形输出	KCommunication	上述各类的登记表,以便实行各类之间的通讯
KMAIN	加速器、气体、探测器高压、物理参数等的主要图形输出	KGeneralHelp	在线帮助

程序可分为两个模块,第一个模块为 KGeneral.cxx,其主要作用是给出主菜单及其命令响应程序;第二个模块为 KGeneralDraw,其主要作用为根据 KGeneral 的命令,即用户选中的 KGeneral 程序的子项在画板上画出相应的图形,同时响应 KHandler 中的 Slider 处理和 TTimer 的 Notify()刷新处理.主要的类及其关系请见图 2.图中向左或向上的箭头表示了类的继承关系,向右或向下的箭头表示了合成关系,没有方框的类是 ROOT 程序包的类,有方框的类为 KGeneral 程序本身的类.

在 KGeneral.cxx 模块中,程序首先运用 TApplication 类的实例 theApp 把 KGeneral 和 UNIX 系统以及 GUI 连接起来,然后使用 KGeneralFrame 给出程序主菜单,并通过 theApp.Run()等待事件发生和处理.当用户选择 File 下拉菜单中的 Online 或 History 选项时,KGeneral.cxx 模块通过 KFrameDialog 给出相应的对话框,并把用户要显示时间段的有关参数存入 KOnlineDialog 的实例中,用 KFileRead 来读出相关的数据文件.当用户选择了主菜单上的 KGeneral,PHYS,Slow,RATES,DAΦNE 或 Custom 下拉菜单中的任一选项时,KGeneral.cxx 模块的命令处理部分将通过 KGeneralDraw 模块来调用 KMAIN,KGAS,KPHYS,KRATES,KHVDC 和 KDAFNE 等相应的类来完成在画板上的操作.显示图形的纵横向放大由 KHandler 处理,图形坐标下标的计算、定位和题头的处理分别由 KTGraph,KTText 以及 KTGraphTree 来处理.图形显示的定时刷新和更新文件的读出由 KOnlineDialog 类的父类 TTimer 处理.

在使用 ROOT 类时,有以下 3 点值得注意.第一,在重复使用 ROOT 的 TPad 类时,会引起 Memory Leak,其原因是 XFree86 在处理象素图(pixmap)时有 Memory Leak 的现象,因

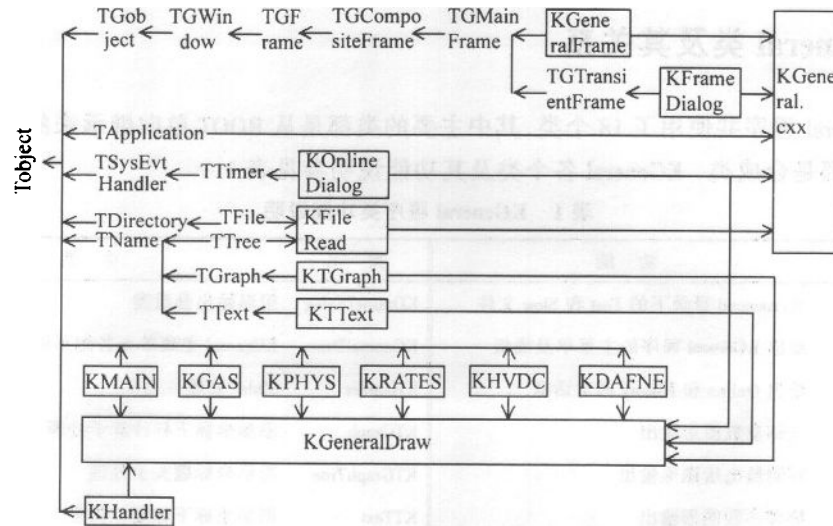


图 2 KGeneral 程序主要类的关系图

此最好是不要重复使用 TPad 类。第二,在 ROOT 编译模式下使用 TSlider 时,在图形放大后,坐标下标会移动到相应的 Pad 外,而造成只显示一半下标的现象(在 ROOT 解释模式下工作时无此现象),此时使用者应该重载 TText 类的某些函数,自己进行下标定位。第三,如果编程者想在 TTimer 的 Notify() 成员函数定时刷新后仍然保持画板上由用户移动的 slider 滑标的位置,必须在用户移动后就记住该位置,并且在刷新后清除旧的 slider,把新的 slider 由程序移动到该记住的位置;一般而言,ROOT 的 TGraph 类的图形刷新是连同原有的 TPad 一起刷新的,但是这种刷新并不包括放在 Pad 上的 slider,如果编程者不清除原有 Pad 上的 slider,就会形成一个 pad 上有两个 slider,从而造成系统同时对两个中断响应,造成程序的崩溃。

5 结论

在 1999 年—2000 年的 KLOE 实验取数期间, KGeneral 运行正常。事实上, KGeneral 是一个 KLOE 和 DAΦNE 值班人员和有关专家的很好工具;同时也是一个物理学家们撰写长期运行情况和取数质量报告的一个强有力的工具。

KGeneral 程序在 ROOT V2.23 程序包下编写,使用了 OOP 方法及 C++ 语言,具有 ROOT 程序运行速度快,占有内存小,容易维护的特点。

KLOE 的 M. Martemianov 规划了本程序的基本模块,并给出了程序框架, F. Murtas 和 P. Valente 给出了图形显示分类的方案, KLOE 的负责人 P. Frazini 给出了程序总的建议和修改的意见,在此一并表示衷心的感谢。

参考文献 (References)

- 1 The KLOE Collaboration. KLOE, A General Purpose Detector for DAΦNE, LNF-92/019(1992)
- 2 Di Pirro, Mazzitelli G, Stecchi A. Data Handling Tools at DAFNE, presented at EPAC2000, 26—30 June 2000, Wien, Austria, LNF-00/021 (P)

An Online Program for Monitoring KLOE Experiment

ZHOU Yong-Zhao LIANG Hao XUE Jun-Dong CHEN Yi-Xin

YANG Tao GONG Da-Tao JIN Ge YU Xiao-Qi

(Department of Modern Physics, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China)

Abstract KGeneral is an online program based on ROOT package, which reads files from KLOE-Global at the KLOE to monitor the KLOE experiment. It displays statistics from the KLOE detector with its electronics, processed data of DAQ monitoring program and DAΦNE machine control systems. KGeneral uses the item “Custom” to display graphs in which users are interested, the vertical and horizontal sliders magnifying graphs to trace and monitor quality of the data in detail.

KGeneral is developed with OOP technique by using C++ language. Data tables in files are listed, class design and its inherit relations in KGeneral are described. Comments on effective references of the ROOT classes are made according to our experiences.

Key words KGeneral, custom, slider