

表格驱动码编码手册

BUFR、GRIB和CREX编码

国家气象信息中心通信台



气象出版社

表格驱动码编码手册

BUFR、GRIB 和 CREX 编码

国家气象信息中心通信台

气象出版社

内容简介

表格驱动编码是世界气象组织(WMO)在其成员国大力推广的一种用于信息传输和资料交换的信息代码,它能反映气象信息的全貌,适应高速电路传输和计算机处理,因而在气象业务和科研中得到了广泛的应用。目前表格驱动编码的气象数据已成为全球气象电信系统(GTS)传输的重要内容。今后无论是GTS还是国内通信系统,表格驱动编码资料的传输和交换都会有较大的发展。

本书介绍了世界气象组织(WMO)提出的气象资料编码向表格驱动编码的过渡计划;详细介绍了BUFR编码表,GRIB版本1和GRIB版本2两种格式的编码表,CREX编码表;介绍了公共表格。本书可供从事气象业务、气象科学研究、大气探测、气象通信传输和气象资料处理的科技人员参考和使用。

图书在版编目(CIP)数据

表格驱动码编码手册 BUFR、GRIB和 CREX 编码/国家气象信息中心通信台编

—北京:气象出版社,2005.4

ISBN 7-5029-3949-0

I.表… II.国… III.气象通信—编码—技术手册 IV.P454-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第034036号

出版者:气象出版社

地址:北京海淀区中关村南大街46号

网址:<http://cmp.cma.gov.cn>

邮编:100081

E-mail:qxcs@263.net

电话:总编室:010-68407112

发行部:62175925

责任编辑:李太宇 李湘

终审:周诗健

封面设计:周新颖 张建永

印刷者:北京市北中印刷厂

发行者:气象出版社

开本:787×1092 1/16

印张:23.75 字数:608千字

版次:2005年4月第1版 2005年4月第1次印刷

书号:ISBN7-5029-3949-0/P.1417

印数:1~2000册

定价:60.00元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

本书编委会

主 编 孙修贵

副 主 编 杨根录 李 湘 周 勇

编 委 周新颖 关丹桐 应显勋 贾建霞

史世刚 高华云 赵 芳

编 译 应显勋 李 湘

校阅及审稿 施培量 徐家奇 夏建国 高华云

前 言

各种气象探测资料和预报产品均以国际上统一规定的编码格式在通信线路和网络上传输，最早的编码格式是字符编码。字符编码是按照一定的格式，以字符形式表示气象资料和产品，编码和实际资料（或产品）间的关系直接简单，可以由人工阅读和编解码。字符型编码适应当时传输电路速率低，只能以电报形式传输的条件。随着科学技术的进步和探测技术的提高，以及计算机和通信、网络技术的发展，字符编码已不能适应其发展和提高的需要，于是，各类二进制编码随之诞生。二进制编码既能反映气象信息的全貌，更能适应高速通信线路以及网络传输和计算机处理，因而在气象业务中得到了广泛的应用。目前二进制编码的气象数据成为全球气象通信系统（GTS）传输的重要内容。世界气象组织（WMO）计划将在其成员国大力推进二进制的表格驱动编码。今后无论是 GTS 还是国内通信系统，二进制表格驱动编码资料的传输和交换都会有较大的发展。WMO 推荐使用的表格驱动编码为 BUFR、GRIB 和 CREX 码。BUFR 码是与计算机硬件无关的压缩二进制编码，具有很强的表示能力。它主要用来表示天气观测资料，还适合表示水文、海洋、环境等方面观测的时间序列资料。它不但能表示原始观测资料，还能表示这些资料的质量控制信息和替代值。与 BUFR 码相同，GRIB 码也是与计算机硬件无关的压缩二进制编码，主要用来表示数值天气分析和预报的产品资料。现行的 GRIB 编码有 GRIB 版本 1 和 GRIB 版本 2 两种格式。CREX 码是 BUFR 码的字符编码映像，所不同的是 BUFR 码是二进制数据，CREX 码是字符型数据。CREX 码没有进行数据压缩，其编码原理同 BUFR 码，只是将原始值进行整数化。

表格驱动编码具有较强表示能力的自描述性，它不仅包含数据本身，还包含了对数据的完整描述，并通过一套完整的通用表格来定义这些描述，用描述

信息解释资料内容，从而避免了字符编码中一种资料对应一种编码格式的状况。因此表格驱动编码具有更强的数据表示能力。表格驱动码有良好的扩展性和灵活性，当出现新的资料种类和内容时，只需增加新的表格进行描述和定义即可。当部分资料及内容变化时，只需适当调整代码中的描述即可。二进制表格驱动码具有数据压缩的能力，BUFR 码和 GRIB 码采用“最小值消去法”及二进制压缩编码技术，在精度允许的范围内可达到 50%以上的压缩率，部分资料的压缩率可高达 90%。正是由于 BUFR 码和 GRIB 码是二进制压缩编码，因此难于人工阅读，必须通过计算机进行编码和解码处理。CREX 码是非压缩编码，可由人工解读和编码。表格驱动编码具有统一的描述信息及数据格式定义，因此只需开发一个通用的编码和解码程序，就可完成所有资料的编码解码工作。并且，编解码程序一旦开发完成，将永久适用；业务变动时，只需对表格进行调整，从而减少了系统的维护工作量。另外，表格驱动编码还可作为气象存档资料的标准格式，表格驱动编码数据可以直接用于资料存档。

BUFR 码和 GRIB 码为二进制编码，每一个比特位都有其特定意义。一旦有差错就难以进行解码，因此对通信系统要求很高，资料传输中必须有差错控制协议支持。

WMO 已经制定了字符编码向表格驱动编码过渡的详细计划，该计划已在基本系统委员会（CBS）获得通过。为了适应国际气象信息交换的发展，我们根据 WMO 公布的资料，编写了这本《表格驱动码编码手册》，本书包括了 GRIB、BUFR、CREX 编码格式和公共表格。

本书的编写是在国家气象信息中心通信台台长孙修贵主持下完成的，应显勋、李湘是本手册的主要编译人。赵芳撰写了《气象资料编码向表格驱动编码的过渡》，施培量、夏建国、徐家奇对本手册的内容进行了校译和审核；国家气象信息中心领导施培量对本书的编译给予极大的关注和支持，监测网络司周林、徐亚英、屈鹏给本书提出了很好的意见。在此对编辑本书的所有参与者表示感谢。

由于编写组的水平有限，本书会有很多不足之处，欢迎对本书提出批评意见。我们的电子信箱是 txt@cma.gov.cn

编 者

2005年3月23日

目 录

前 言

绪论——气象资料编码向表格驱动编码的过渡·····1

第一章 GRIB 编码 (版本 1) FM92-XI Ext. GRIB——二进制格点形式的加工数据···9

1.1 编码格式·····9

1.2 编码规则·····10

1.3 八位组的详细说明·····11

1.4 与第一段有关的代码表·····22

1.5 与第二段有关的代码表·····30

1.6 与第四段有关的代码表·····32

第二章 GRIB 编码 (版本 2) FM92-XII GRIB——二进制格式编码的规律分布资料···34

2.1 编码格式·····34

2.2 编码规则·····36

2.3 八位组详细说明·····38

2.4 3 段使用的模板定义·····42

2.5 4 段使用的模板定义·····56

2.6 5 段使用的模板定义·····72

2.7 7 段使用的模板定义·····76

2.8 0 段使用的代码表·····78

2.9 1 段使用的代码表·····78

2.10 3 段使用的代码表与标志表·····79

2.11 4 段使用的代码表·····85

2.12 5 段使用的代码表·····101

2.13 6 段使用的代码表·····103

2.14 附录·····103

第三章 BUFR 编码 FM94-IX BUFR——气象数据的二进制通用表示格式·····112

3.1 编码格式·····112

3.2 编码规则·····113

3.3 八位组内容说明·····117

3.4 BUFR 表、编码表和标志表·····121

第四章 CREX 编码 FM 95-XII CREX——用于数据表示和交换的字符格式·····309

4.1 编码格式·····309

4.2 编码规则·····310

4.3 各段的规格·····314

4.4 CREX 表格、代码表格、标记表格和模版举例·····315

第五章 公共表格	339
表 5.1 加工/编报中心、子中心标识表.....	339
表 5.2 无线电探空仪系统类型表.....	343
表 5.3 利用下降速率方程系数测量水温廓线仪器类型表.....	346
表 5.4 水的温度廓线仪记录器类型表.....	348
表 5.5 卫星标识表.....	349
表 5.6 国际单位表.....	352
表 5.7 跟踪技术 / 系统使用的状态表.....	357
表 5.8 卫星仪器表.....	359

绪论——气象资料编码向表格驱动编码的过渡

一 气象资料编码概述

气象资料（包括天气观测资料和经过加工后的产品）是气象科学对天气过程进行预测及对大气活动规律进行研究的主要依据，气象资料交换是气象业务和科研的基础。

气象资料以规定的编码形式在国际、国内间进行交换。原始气象资料产生单位按照一定的规则和约定对气象资料进行编码及压缩，生成相应的气象编码，然后由气象通信系统完成其交换和分发。资料接收单位的资料处理系统对接收的编码资料进行解码或解压缩，还原成原始气象资料提供使用。

1 气象资料编码的种类

根据世界气象组织（WMO）气象资料编码手册的规定和建议，在现行气象业务中，所使用的气象资料编码主要有以下两种：

（1）字符编码（TAC - Traditional Alphanumeric Codes）

字符编码是按照一定的格式，以字符形式表示气象资料 and 产品的编码，编码和实际资料（或产品）间的关系直接简单，可进行人工阅读、编码和解码。

（2）表格驱动编码（TDCFs - Table Driven Code Forms）

WMO 推荐使用的表格驱动编码为 BUFR、CREX 和 GRIB 码。

- 气象数据通用表示格式（BUFR——Binary Universal Form for the Representation of Meteorological Data）

BUFR 码是与计算机硬件无关的压缩的二进制代码，具有很强的表示能力。它主要用来表示天气观测资料，还适合表示水文、海洋、环境等方面观测的时间序列资料。它不但能表示原始观测资料，还能表示这些资料的质量控制信息和替代值。

- 二进制格点形式加工数据（GRIB——GRIdded Binary）

与 BUFR 码相同，GRIB 码也是与计算机硬件无关的压缩的二进制编码，主要用来表示数值天气分析和预报的产品资料。现行的 GRIB 码版本有 GRIB 版本 1 和 GRIB 版本 2 两种格式。

- 用于数据表示和交换的字符格式（CREX——Character Representation form for data

EXchange)

CREX 码是 BUFR 码的字符编码映像, 所不同的是 BUFR 码是二进制数据, CREX 码是字符型数据。CREX 码没有进行数据压缩, 其编码原理同 BUFR 码, 但只是将原始值进行整数化。

2 字符编码 (TAC) 的特点及局限性

(1) 简单直观

字符编码和实际资料 (或产品) 之间的关系直接简单, 基本无需计算, 对于数字资料只需进行简单的计算, 而对于一些数字化的气象要素 (如天气现象等) 只需查阅简单的表格就能进行编码和解码, 因此字符编码是人工可读、可编码和解码的。字符编码传输的是字符, 因此对通信条件要求不高。

(2) 种类格式繁多复杂

由于字符编码和实际资料之间的直接简单关系, 因此一种资料对应于一种编码格式, 即使是同一种资料的不同子集其格式也不同, 且新增加一种资料都需定义一种新的编码格式。

(3) 适应性差

字符编码格式一旦确定, 很难改动, 对可能已过时的观测内容则长期在某个位置用“缺测”字符代替。当观测仪器、观测平台和手段有所发展而出现新的观测资料种类和要素时, 只有重新定义编码格式, 并选择适当的时机进行增加。

(4) 编解码的复杂性

对于每一种资料格式就需编制一个编码和解码程序, 当人工编码时难免与标准格式存在偏差, 给解码程序带来一定难度。此外, 随着代码内容的扩充, 其日趋复杂的规则需要编解码程序不断扩充和完善, 增加了系统的复杂性及维护工作量。

3 表格驱动编码 (TDCFs) 的特点及优势

(1) 具有较强表示能力的自描述性

表格驱动编码中不仅包含数据本身, 还包含了对数据的完整描述, 并通过一套完整的通用表格来定义这些描述, 用描述信息解释资料内容, 从而避免了字符代码中一种资料对应一种编码格式的状况。因此表格驱动编码具有更强的数据表示能力。

(2) 扩展性及灵活性

当出现新的资料种类和内容时, 只需增加新的描述和定义相应的表格即可。当部分资料及内容变化时, 只需适当调整编码中的描述即可。

(3) 数据压缩功能

在表格驱动编码中，CREX 码是不可压缩的，但 BUFR 码和 GRIB 码则采用“最小值消去法”及二进制压缩编码技术，在精度允许的范围内可达到 50% 以上的压缩率，部分资料的压缩率可高达 90%。数据压缩有利于节省存储空间，提高通信传输效率。正是由于 BUFR 码和 GRIB 码是二进制压缩编码，因此难于进行人工阅读，必须通过计算机进行编码和解码处理。CREX 码则是人工可读的。

(4) 编解码的简化

表格驱动编码具有统一的描述信息及数据格式定义，因此只需开发一个通用的编码和解码程序，就可完成所有资料的编解码工作。并且编解码程序一旦开发完成，将永久适用，只需进行表格的维护，从而减少了系统的维护工作量。

(5) 对通信系统要求高

BUFR 码和 GRIB 码为二进制编码，其每一个比特位都有其特定意义，一旦有差错就难以进行解码，因此对通信系统要求很高，要求其信道误码率 $< 10^{-9}$ ，且应有差错控制协议支持。

(6) 可直接用于资料存档

表格驱动编码数据可作为气象存档资料标准格式而直接用于资料存档。

二 WMO 表格驱动编码过渡计划

为满足不断增长的气象数据种类、数量和对数据质量的要求，鉴于在数据表现方面字符编码的局限性及表格驱动编码的优势，WMO 建议逐渐由字符编码向表格驱动编码进行过渡，并制定了过渡计划。该计划已在 CBS 获得通过，并提请 WMO 第 14 次大会进行审批。

该过渡计划详细阐述了向表格驱动编码过渡的原因和必要性，并分析了在编码过渡过程中对 WMO 信息系统各环节所产生的影响，包括数据生产者（气象观测）、数据传输者（气象通信）、数据使用者（资料处理系统及行业内外应用）、决策部门等，并在此基础上制定了实施方案及进度安排。

1 表格驱动编码过渡对全球天气监测网（WWW）的潜在影响

全球天气监测网（WWW）的数据流包括：

- 数据生产者（data producers）：指全球观测系统（GOS）及其他相似系统；
- 数据传输者（data conveyors）：指 GTS 的成员；
- 数据使用者（data users）：指全球数据处理系统（GDTS）及其他使用数据的用户。

(1) 对数据生产者的影响

- 向 BUFR 的过渡要求自动气象站或人工测站的编报系统自动完成编报；
- 向 CREX 过渡允许手工编报，但需对观测员进行培训；
- 自动气象站应通过根据通信条件，将编码格式从 TAC 转换为 BUFR 或 CREX；
- 观测资料的收集站的相关系统在发送资料到 GTS 之前，应对 BUFR 或 CREX 编码资料叠加相应公报报头。

(2) 对数据传输者的影响

对部分资料，在一定阶段应进行 TAC 和 TDCF 格式的双重传输及分发。

(3) 对数据使用者的影响

数据处理系统应运行 TDCF 代码编解码软件。

(4) 对决策者的影响

决策者应对表格驱动编码过渡进行专项管理，并在培训、设备更新、软件开发、业务运行等方面提供经费支持。

2 表格驱动编码过渡计划的基本原则

编码过渡计划的目标是最终完全使用表格驱动编码格式来代替字符编码格式进行观测资料的数据交换。

- 编码过渡过程是灵活的，即在 WMO 计划的目标时间内，各成员国自行确定其过渡时间表；
- CREX 码应作为字符编码向 BUFR 码过渡的中间过渡；
- 过渡过程应从数据生产者开始，但数据生产者不应被强迫使用表格驱动编码；
- 数据使用者应能接收和使用表格驱动编码数据；
- 应优先对数据使用者进行培训；
- 数据使用者应尽快实现表格驱动编码的解码；
- 在数据使用者不能接收或处理表格驱动编码时，应进行表格驱动编码和字符编码的双重分发；
- 应以试验项目或特殊项目的方式，帮助发展中国家提高能力，实现其编解码软件和硬件系统自动化。

3 培训

培训对理解及实现编码过渡十分重要，分为国际级培训和国家级培训，建议在 2005 年 10 月份之前完成。

培训分为三个不同层次：

层次（Level）1：对表格驱动编码的一般理解及对编码过渡的概括了解；

层次（Level）2：对表格驱动编码的更深理解，软件的介绍及使用，包括调试及与数据处理应用的接口；

层次（Level）3：对表格驱动编码的全面理解，及实现编解码程序的编程。

为实现以上三个层次的培训，WMO 的培训课程分为两类：

P1 课程：针对培训人员、数据管理者、一般资料用户和技术决策者；

P2 课程：针对软件开发技术人员。

此外，各国家还应在国家内自行组织相应培训，特别是 Level 1 培训应针对大多数人员进行。还应向自动观测系统厂商及数据处理软件厂商提供相应的信息、文档及组织讲座。

4 软件服务（Software House）计划

为实现标准完整地进行表格驱动编码的数据表示，将由 WMO 统一组织技术发达国家进行各主流业务平台的编解码程序开发，并以源代码或编译代码的形式下发。同时提供的还有详细的文档资料和“数据阅读器”、“表格维护”等应用软件，软件的维护和升级也将统一进行。此外，还将通过电子邮件等方式提供软件安装及运行方面的技术支持。

5 试验项目（Pilot Project）

WMO 将进行一定的试验项目，选择一些国家进行表格驱动编码传输及解码实验，以了解并解决编码过渡中出现的问题及其解决方案。

6 建议实施方案

（1）表格驱动编码资料的生成

- 自动观测系统及编报软件平台

自动观测系统及编报软件厂商应掌握表格驱动编码格式，以便在新系统中以表格驱动编码格式完成观测资料的编码。观测系统厂商应使其发展适应于过渡战略。

最终应使所有以字符编码格式编码的观测系统均以表格驱动编码格式编码。

- 双重分发的选择

在编码过渡过程中，可能需要保持字符编码和表格驱动编码的双重编码和分发，甚至需要将表格驱动编码还原为字符编码。各单位应分析其数据流及应用需求，以确定是否进行双重分发。

- 国家级数据集中及向 GTS 分发

测站应以唯一编码格式（非标准格式、TAC 格式或 TDCFs 格式）将资料传输至数据收集单位或国家中心，再集中地将这些资料转换为表格驱动编码格式并分发到 GTS。在过渡过程中，也可同时发送字符编码格式资料。

向不能接收二进制数据的单位进行资料分发时，可以以 TAC 格式进行分发，但一旦接收单位能够理解并处理 CREX 码，则应转换为 CREX 码进行分发，以更好地利用表格驱动编码的数据表示能力。

NMC 通信系统增加新的表格驱动编码公报及停止字符编码的分发，均需告知 WMO 秘书处。

- 非自动化测站

对于尚未自动化，需要人工编报的测站，应实现 CREX 码格式编报。

（2）资料的传输

由于各个 GTS 中心的传输能力不同，其数据转发对象的通信条件也不同，且格式转换并非 RTH 的任务，因此在编码过渡开始时应首先考虑双重分发。然而，如果 GTS 的通信中心具有编码转换的能力，则对于不能接收二进制数据的单位，应考虑转换成 CREX 码而非字符编码对其进行分发。这些单位也可通过因特网从部分数据中心直接调用表格驱动编码数据。

在资料传输中，为传输卫星资料和 GRIB 2 资料，建议各 RTH 的二进制信息长度升级至 500,000 字节。BUFR、CREX 和 TAC 数据应为独立公报，不能混合，因此需要重新进行公报报头的规划和定义。

（3）资料的处理及应用

资料处理系统应尽快实现表格驱动编码的编解码，并实现其自动化处理。同时还要根据编码过渡对其数据库系统、应用系统进行调整。

（4）决策者

作为领导决策者，在编码过渡过程中应进行的工作包括：提供编码过渡工作联系人（Contact Point）；成立过渡领导小组(MTSG)；评估过渡对业务系统的影响；制定国家过渡计划；规划过渡所需的软件及设备需求；开展国内培训；更新编码过渡所需编码、数据收集和分发、数据处理、解码、存档等软件；评估编码过渡对开发及业务资源的影响；为过渡计划提供必要的经费支持等。

7 进度安排

WMO 已建议：

- （1）2003~2005 年由 WMO 及各国家组织培训；

(2) 从 2003 下半年开始, 尽快安装通用的表格驱动编码解码程序;

(3) 各国家应根据全球编码过渡计划, 在分析编码过渡对本国的影响、开销、经费、培训等内容的基础上, 制定本国的编码过渡计划及进度表;

(4) 编码过渡时间表

- 向表格驱动编码过渡分三个阶段进行: 开始实验阶段 (TAC 仍为业务运行, TDCFs 进行实验)、开始业务化阶段 (TAC 和 TDFCs 同时业务化运行)、过渡完成阶段 (TDFCs 业务化运行, TAC 终止传输);

- 将观测资料分为六类, 编码过渡时间表见表 1。

8 协调及回顾机制

- 在编码过渡过程中, 必须建立一定的监控和协调机制, 提供过渡过程中的系统运行状态、数据可用性、需求及问题等信息, 便于管理决策者、WMO 及其他相关机构了解;

- 各成员国应提供本国编码过渡事务负责人 (focal points), 负责本国的编码过渡工作的具体事务;

- 各区协组织应在本区协成员的编码过渡中发挥积极作用;

- 全部编码过渡工作由 CBS 的 OPAG ISS 协调组织完成。

表 1 编码过渡时间表

	资料种类					
	类 1: 一般观测	类 2: 卫星观测	类 3: 航空资料	类 4: 海洋资料	类 5: 其他资料	类 6: 基本废止资料
对应字	SYNOP	SAREP	METAR	BUOY	RADOB	ICEAN
符 编 码	SYNOP	SATEM	SPECI	TRACKOB	RADREP	GRAF
格 式	MOBIL	SARAD	TAF	BATHY	IAC	NACLI etc.
	PILOT	SATOB	CODAR	TESAC	IAC FLEET	SFAZI
	PILOT		AMDAR	WAVEOB	GRID (to	SFLOC
	MOBIL		WINTEM	SHIP	GRIB)	SFAZU
	TEMP		ARFOR	CLIMAT SHIP	MAFOR	ROCOB
	TEMP		ROFOR	PILOT SHIP	HYDRA	ROCOB SHIP
	MOBIL			TEMP SHIP	HYFOR	
	TEMP			CLIMAT	RADOF	
	DROP			TEMP SHIP		
	CLIMAT					
	CLIMAT					
	TEMP					

表 1 (续)

	时间表					
开始试验阶段	Nov. 2002 for some data 2002年11月开始部分数据编码试验	目前已在部分中心开始试验	2006 2002年在部分中心实施 AMDAR 资料编码过渡试验	2005 2003年实施 ARGOS 资料(包括 BUOY, 次表层浮标观测, XBT/XCTD) 编码过渡试验	2004	没有要求
开始业务化阶段	Nov. 2005 2005年11月	目前已在部分中心实施	2008 2003年实施 AMDAR 资料编码过渡	2007 2003年实施 ARGOS 资料(包括 BUOY, 次表层浮标观测, XBT/XCTD) 编码过渡	2006	
过渡完成阶段	2010年11月	2006年11月	2015年 AMDAR 资料编码过渡完成	2012 2008年 ARGOS 资料(包括 BUOY, 次表层浮标观测, XBT/XCTD) 编码过渡完成	2008	