

郑文全, 彭雲, 何希望. 农业气象实况表的设计与自动化实现[J]. 智能计算机与应用, 2024, 14(11): 103-107. DOI: 10.20169/j. issn. 2095-2163. 241115

# 农业气象实况表的设计与自动化实现

郑文全, 彭雲, 何希望  
(达州市气象局, 四川 达州 635000)

**摘要:** 利用 Excel 强大的数据处理和编程功能, 设计出达州市农业气象实况表。该表利用 VBA 进行 Http 远程登录、查询, 完成实时气象要素的更新, 并使用公式、条件格式、图表等可视化呈现农业气象指标, 实现了即开即得, 避免了人为失误, 提高了工作效率。

**关键词:** VBA; Http; Post; Token; 正则表达式; 条件格式

**中图分类号:** TP311 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-2163(2024)11-0103-05

## Design and automation of agricultural weather fact sheets

ZHENG Wenquan, PENG Yun, HE Xiwang

(Dazhou Meteorological Bureau, Dazhou 635000, Sichuan, China)

**Abstract:** Using Excel's powerful data processing and programming functions, the paper designs a live agricultural weather table for Dazhou City. The table uses VBA for Http remote login and query, completes the update of real-time weather elements, and visualizes agricultural weather indicators using formulas, conditional formats, charts, etc. The research realizes instant access, avoids human errors and improves work efficiency.

**Key words:** VBA; Http; Post; Token; regular expression; conditional format

## 0 引言

在日常的农业气象工作中, 常会对农业气象要素进行统计、分析, 并可视化呈现数据, 方便快速了解相关农业气象指标, 开展针对性农业气象服务。但每年、每月、每旬、每候农业气象资料的重复性统计工作, 是一个费时耗力的过程, 且手工更新数据易错位、出错, 不但降低了工作效率, 还可能造成相应的决策失误。

本文使用 Excel 设计达州市农业气象实况表(以下简称实况表), 用公式、条件格式、图表等展现各农业气象指标, 并利用一种事件驱动的编程语言 VBA (Visual Basic for Applications) 来扩展 Office 应用程序, 并通过 Http 协议实时更新气象要素, 全程实现自动化、可视化, 为农业气象服务工作提供强力支撑。

## 1 表格设计

实况表主要对达州市 6 个站的日实时数据进行更新、统计。以月为单位建立工作表, 有 1~12 月、

上年 12 月等共 13 个工作表(以下简称主表), 其它辅助表如冬季、春季等均以主表为数据来源进行统计。各表样式类似, 但设计的农业气象指标有差异。以“4 月”工作表为例(见图 1, 数据等敏感信息有修改, 下同)。

图 1 中, A 列从上至下有平均气温、最高气温、最低气温、降水量、相对湿度、日照时数、日较差、干旱监测、降水 G 等共 9 个要素。每要素 6 站, 各要素间隔一空行, 亦可用此行统计, 图 1 的 G9 中 178 值为候平均 = AVERAGE (C3: G8) (Excel 公式, 下同)。气象要素按现行气象观测数据文件格式<sup>[1]</sup>处理, 例: 气温、降水等扩大 10 倍。

C3: AF8 (单元格区域, 下同) 为日平均气温, 用条件格式大于等于 100、150、220 值配以 3 种背景色显示 (100 为入春标准<sup>[2]</sup>, 150 喜温作物积极生长标准, 220 为入夏标准)。若为“6 月”表则条件格式更改为 220、250、280 值显示。不同月份根据地方标准<sup>[3]</sup>设置相应的公式或条件格式。同理, 对降水、相对湿度等做相应的处理。

图1 2023年达州市农业气象实时表("4月"表)

Fig. 1 2023 Dazhou agrometeorological real time table ("April" table)

C45: AF50 为日较差,用最高气温减去对应日的最低气温,例:  $C45 = C10 - C17$ 。C59: BJ64 为降水  $G$ ,专供干旱监测使用,根据四川干旱统计标准<sup>[2]</sup>,4月则用过去30天累积降水量小于20 mm 为春旱标准,故降水  $G$  应列出3月3日至4月30日的日降水,条件格式按降雨过程等级<sup>[4]</sup>分为5个等级来设置字体颜色。C52: AF57 为干旱监测,使用公式从降水  $G$  获取,并以条件格式显示红、绿反映春旱情况,例如:万源4月1日单元格  $C52 = IF(SUM(C59:AF59) < 200, "干", "湿")$ 。

AH 至 AJ 列为空列,可插入相应指标,例: AH3: AI8 统计大于等于 10 °C 的积温和有效积温<sup>[5]</sup>,例:  $AH3 = SUMIF(C3:AG3, ">= 100") - COUNTIF(C3:AG3, ">= 100") \times 100$ ,  $AI3 = SUMIF(C3:AG3, ">= 100")$ 。而 AH10: AJ15 对应上中下旬的最高气温平均,例:  $AH10 = AVERAGE(C10:L10)$ 。其它要素同理设置。

AJ 列后面为上、中、下旬及本月与历史同期值的对比,例:平均气温上旬 AK 列为上旬平均,下方 172 值  $AK9 = AVERAGE(AK3:AK8)$  为全市上旬平均值;右侧如 AM3 中 42 值为万源与历史同期值的差值,  $AM3 = AK3 - AL3$ 。最高或最低气温要素的旬月统计,取旬月的最大或最小值,分别与历史同期值的差值列出。而降水量与日照时数在旬月统计时,则以累计值与历史同期值的百分比列出。相对湿度在列 AK 后无相应的旬月统计,在此处选用雨日指标<sup>[6]</sup>与历史同期值的差值列出,例:计算雨日  $AK31 = COUNTIF(C24:L24, ">0")$ 。

在必要时,如高温、干旱等异常时,进一步用柱状图或折线图等图表展示各要素与历史同期值或各站点的对比情况。辅助表还根据当前政策进行添加,例如大豆等作物气象条件的适宜性对比。

## 2 数据获取

填充 13 个主表的日气象要素来源于内网 Web

网站(以下简称内网),需要在登录后逐个查询对应要素获取,若手工逐站查询填充则繁琐且易错,因此使用 VBA 访问内网自动登录、查询、填充。

### 2.1 请求方式

访问 Web 网站使用 Http 协议,常使用 Get 与 Post 请求方式。Http 请求 Request<sup>[7]</sup> 由 4 部分组成:一是请求方式,如 Get 或 Post 等;二是请求 Url,指明服务器地址;三是请求头,如 User-Agent、Content-Type、Cookie 等多个,说明服务器需要的附加信息;四是请求正文,Post 方式时说明相关参数或数据,常以键值对字符的方式出现,多参数之间用 & 连接,如  $Key1 = Value1 \& Key2 = Value2 \dots$ ,Get 方式无请求正文。这 4 部分发送到服务器即完成一次请求,通过接收服务器返回的响应体获取相关数据信息。

用 Fiddler 软件(一个 Http 协议调试代理工具)分别对登录内网与查询要素进行抓包分析,发现 2 种请求均使用的是 Post 方式(如图 2 所示)。登录时使用键值对方式发送请求正文,返回的是含 Cookie 的数据;查询时使用 Json 格式数据发送请求正文,返回的是含对应要素的 Json 格式数据。



图2 Fiddler 抓包分析信息(登录与查询请求中的部分)

Fig. 2 Fiddler packet capture analysis information (part of login and query requests)

### 2.2 Token 与 Refresh Token

为了避免每次访问 Web 网站均使用用户名与密码进行登录,服务器端常给已经成功登录的发放

带签名的令牌(Token),但 Token 过期(例如 1 h)就需重新登录。为此,在 Token 过期时用 Refresh Token<sup>[8]</sup>重新刷新后发放新的 Token,以避免再次登录。经 Fiddler 分析,向该内网 Post 查询请求头的 Cookie 中使用 Token 与 Refresh Token。

### 2.3 安全的 Base64 编码

Base64 本质上不是加密算法,而是一种二进制到文本的编码方式。为了增加客户端与服务端的信息安全,两者交互的数据常用 Base64 编码。Base64 编码后的字符串中可能包含“+/=”之类的字符,而“/”、“=”等是 Url 的保留字符或不安全字符,因此需要被替换为%XX 的形式<sup>[9]</sup>,以便服务端安全、正确地识别。

内网登录时的请求正文中,密码部分不是明码,通过查看登录网页源代码中的 JavaScript 文件 chunk-7f8a0e6f.692e7cb4.js,发现密码使用了安全的 Base64 编码。密码明文 Dz123456 经 Base64 后为 RHoxMjMONTY =, 替换“=”后为 RHoxMjMONTY%3D。

## 3 程序实现

实况表保存为 XLSM 文件(含有宏启用的 Excel 文件),并以 4 位年份为开头命名,如:2023 年达州

市农业气象实况表.xlsm。

实况表的最末建立日志工作表(表名为 Log),在其 A 列依次记录每次更新填充主表数据的日期,以及单元格 C2 记录当前表的年份。若在 2024 年 1 月将实况表更名为 2024 年时,程序根据 C2(为 2023)与 2024 不等,将清除全部 13 个主表而填充 2024 年资料,并重置 C2 为 2024。

在实况表中按 Alt+F11 进入编写 VBA 程序的工具(Visual Basic Editor, VBE),可输入相应的 VBA 代码。本程序在 Win10 下 Excel2016/2021 中调试通过。

### 3.1 流程

主程序中逻辑判断和分支较多,有 10 种:文件名是否以年开始、年份是否在未来、是否有日志表、年份在过去时最近填充日期在之前,之后还是当中、年份在当年时最近填充日期在之前,还是当中...等等。但核心的操作流程如图 3 所示。图 3 中,登录网站后取得 Cookie(含 Token 与 Refresh Token),以月为读取单位,携带 Cookie 逐个 Post 各要素的查询请求,获取含对应要素返回的 Json 要素数据,再通过正则表达式提取对应要素,填充对应月的工作表。如此循环提取各月资料,从而更新各月(13 个主表)数据。

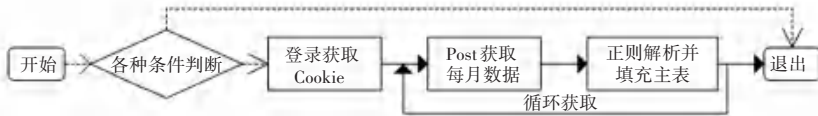


图 3 流程图(概括)

Fig. 3 Flowchart (Summary)

将主程序 AHead 加入到 Workbook\_Open 事件<sup>[10]</sup>中,使得一打开 Excel 程序就自动运行,最后提示更新完成。具体代码如下。

```

Private Sub Workbook_Open()
    AHead '主程序
End Sub
  
```

### 3.2 清空数据

对 13 个主表的日数据全部清空,主要针对情况有:年份在过去(例:2020 年)若未读取过、第二年修改文件名(例:在 2023 年 1 月将 2022 年实况表修改为 2023 年实况表)等。此步仅为新表最开始时使用,避免旧数据干扰新表。这里给出部分程序代码如下。

```

Sub ClearData() '清除全年数据
    ...变量定义略
    Set s = ThisWorkbook.Sheets("Log") '日志表
  
```

```

    c = s.Range("A" & Rows.Count).
End (xlUp).Row
For i = 2 To c
    s.Cells(i, 1) = "" '清除日志记录
Next i
i = s.Cells(2, 3) 'C2 年份
For k = 1 To 12
    Set s = Sheets(k & "月")
    s.Range("C3:AG8").ClearContents 'T
    s.Range("C10:AG15").ClearContents 'max T
    s.Range("C17:AG22").ClearContents 'min T
    s.Range("C24:AG29").ClearContents '降水
    s.Range("C31:AG36").ClearContents '相对湿度
    s.Range("C38:AG43").ClearContents '日照
  
```

If  $k \geq 5$  And  $k \leq 8$  Then '5~8月 以下是降水  
G 清空

```
datStart = DateSerial ( i , k , -18)
```

Else

```
datStart = DateSerial ( i , k , -28) '30 天
```

End If

```
datEnd = DateSerial(i, k + 1, 0)' 月末日
```

```
c = DateDiff (" d" , datStart , datEnd)
```

```
j = c
```

If  $k = 2$  Then  $j = 57$  '2月考虑 29 天

```
s. Range(s. Cells(58, 3) , s. Cells (64, 3+j)).
```

ClearContents

```
For j = 1 To c
```

```
s. Cells(58, 2 + j) = Format(datStart, "d")
```

```
datStart = DateAdd (" d" , 1 , datStart)
```

```
Next j
```

```
Next k
```

```
Set s = Sheets (" 上年 12 月 ")
```

…“上年 12 月”表的清空,略

End Sub

### 3.3 获取 Cookie

内网以 Post 方式登录,登录是为了获取 Cookie,为下一步查询提供合法令牌。由于仅使用一个帐号,故密码部分无需专门编写安全的 Base64 编码程序,直接从 Fiddler 提取登录请求的键值对请求正文。

请求头有多个,Post 时如何确认用哪些? 第一种,是傻瓜式列出 Fiddler 分析出的所有请求头;第二种,是分析网页源代码得出;第三种,是全部列出后逐个删除,不影响获取返回值的请求头为冗余,可删除。推荐第 3 种精简省力,最终确认为 Content-Type 请求头起作用。

返回的 Cookie 含 Token 与 Refresh Token 信息,并按 2.1 节中 Fiddler 分析查询请求时的 Cookie 进行格式化。研究得到的程序代码如下。

```
Function GetCookie() As String '登录取得  
cookie
```

```
Dim url As String , context As String
```

```
Set WinHttp = CreateObject ( " WinHttp.  
WinHttpRequest. 5. 1" )
```

```
url = " http://10. 197. 23. 45: 2061/sichuan/  
sys/login"
```

```
context = " userName = dzsqxj&password =  
RHoxMjMONTY%3D&areaCode=5116" '请求正文
```

```
WinHttp. Open "Post" , url , False
```

```
WinHttp. setRequestHeader " Content - Type " ,  
" application/x-www-form-urlencoded ; charset = UTF -  
8"
```

```
WinHttp. send context
```

```
cookie = WinHttp. responsetext ' 响应文本
```

```
cookie = Mid(cookie, InStr(cookie, "token"))  
' 提取令牌
```

```
cookie = Replace(Replace
```

```
(cookie, " " , " " ) , " : " , " = " ) ' 格式化
```

```
cookie = Replace(Replace
```

```
(cookie, " } " , " " ) , " , " , " ; " )
```

```
GetCookie = cookie
```

End Function

### 3.4 Post 查询

由于查询平均气温、降水、日照等要素的请求正文各不相同,需要一个带请求正文参数的通用查询函数。请求头按 3.3 节方法确定为 Content-Type 与 Cookie,查询时必须携带上全局变量 cookie,以便服务器验证合法登录。由此给出研发代码如下。

```
Function PostData ( context As String ) As String  
'context 请求正文
```

```
Dim url As String
```

```
url = " http://10. 197. 23. 45: 3090/api - data/  
DataAnalysisService/dataQueryStatistics"
```

```
Set WinHttp = CreateObject ( " WinHttp.  
WinHttpRequest. 5. 1" )
```

```
WinHttp. Open "Post" , url , False
```

```
WinHttp. setRequestHeader " Content - Type " ,  
" application/json ; charset = UTF - 8"
```

```
WinHttp. setRequestHeader " Cookie " , cookie '携  
带令牌等
```

```
WinHttp. send context
```

```
PostData = WinHttp. responsetext
```

End Function

### 3.5 解析获取数据

以月为单位读取该月的各项气象要素。各要素查询的请求正文格式由 Fiddler 分析获取(见图 2),更新请求正文(为变量 text)的相关参数,如年月、起止时间等,即可得到本次的查询请求正文。Json 格式的请求正文字符串比较长且多处有分号,建议在新建文本文件中用 2 个双引号替换单个双引号后,再写入代码中。

以平均气温为例,Post 发送后,需对查询返回的

Json 数据 text,用正则表达式进行提取,并填充到对应月份工作表中。在 VBE 中点击“工具”->“引用”,选择“Microsoft VBscript Regular 5.5”类库<sup>[11]</sup>,就可以使用正则表达式了。研发得到的代码描述具体如下。

```
Sub FillCells(s As Worksheet, datMonth As Date) 's 填充表, datMonth 填充月份
    '...起止时间的判断及赋值等,略
    '平均气温
    strCur = Format(Now, "yyyy-MM-dd HH:00:00")
    text = "{" & "element": "TEM_Avg",
    "dataType": "stationLive", "timeType":
    "day", "startTime": "&strCur &" &
    "endTime": "&strCur
    '...请求正文 text 后续字符串,略
    text = PostData(text) '查询平均气温见 3.4 节
    objReg.Global = True '开始正则解析
    objReg.MultiLine = True
    objReg.Pattern = "-? [\d]{1,2} \. [\d]{1,2} (? =, "alti")" '正则匹配
    Set objMatches = objReg.Execute(text)
    k = objMatches.Count / 6 '6 站,天数
    m = 0
    For i = 3 To 8 '行
    For j = 3 To (3 - 1) + k '天数
    s.Cells(i, j) = objMatches(m) * 10 '扩大 10 倍
    m = m + 1
    Next j
    Next
    '...最高气温、降水等查询与填充,略
End Sub
```

循环利用上面的月提取函数,无论是全年 12 个月、还是部分月,通过程序自动判断可实现数据的更新。以当前年(2023)实况表第二次或以后打开为例,从上次填充日的月份 Month(d) 更新到本月。对于本月的数据,程序自动更新到本月当前日的前一日,若当前日为 1 日,则不会更新,因为当月数据还未出来。多种情况的判断,均在函数 FillCells 中自动处理。研发代码具体如下。

```
s.Cells(r + 1, 1) = Format(Now, "yyyy-MM-dd") '日志表写上今天填充日
For i = Month(d) To Month(Now) '更新到当前月
    Set s = ThisWorkbook.Worksheets(CStr(i) + "月")
    d = DateSerial(strFileYear, i, 2)
    FillCells s, d
Next i
```

## 4 结束语

每次打开实况表,主表自动从内网更新,其它辅助表也会随之变化,条件格式和图表即刻呈现数据的可视化,真正实现打开即所得,省心省力,避免人为输入出现错漏,提高了工作效率。同时,XLSM 自带 VBA 程序无须安装,方便携带移植;若需往年数据,改变文件名前四位年份,打开即更新全部数据。

本文修改用户密码与查询等参数后,可供其它市州农气工作使用;同时,对于编程抓取需要登录的网站数据,也具有一定的参考价值。

## 参考文献

- [1] 中国气象局. 地面气象观测数据文件和记录簿表格式[M]. 北京:气象出版社,2005.
- [2] 刘庆,陈文秀,潘建华. 气候术语:DB51/T582-2013[S]. 成都:四川省质量技术监督局,2013.
- [3] 田宏,邓彪,王素艳,等. 农业气象术语:DB51/T581-2006[S]. 成都:四川省质量技术监督局,2006.
- [4] 国家气象中心. 降雨过程等级:QX/T 489-2019[S]. 北京:气象出版社,2019.
- [5] 苏李君,刘云鹤,王全九. 基于有效积温的中国水稻生长模型的构建[J]. 农业工程学报, 2020, 36(1):162-174.
- [6] 陈笑笑,黄治勇,姚瑶. 湖北省不同等级降水特征及其与旱涝的关系[J]. 沙漠与绿洲气象, 2023(1):145-152.
- [7] 陈奋,张晓兰. 基于 Python 语言的爬虫技术应用—以高校官网校园动态版块信息统计分析为例[J]. 厦门城市职业学院学报, 2022, 24(3):86-91.
- [8] 胡献宇. 基于令牌认证方案的改进研究与实践[J]. 软件工程, 2021, 24(4):34-38.
- [9] 钟思志,林秋霞,潘晓晓,等. 基于 Base64 的 URL 参数压缩算法[J]. 福州大学学报(自然科学版), 2013, 41(5):836-840.
- [10] ALEXANDER Mr KUSLEIKA D. Excel 2019 power programming with VBA[M]. New York:Wiley, 2019.
- [11] 罗刚君. Excel VBA 程序开发自学宝典[M]. 北京:电子工业出版社,2011.