

雷晓英,韩仲宇,同延安,等. 户县小麦赤霉病发病与气象条件关系研究[J]. 陕西气象,2017(1):31-36.

文章编号:1006-4354(2017)01-31-06

户县小麦赤霉病发病与气象条件关系研究

雷晓英¹,韩仲宇²,同延安²,乐 静¹,刘养利³

(1. 户县气象局,陕西户县 710300;2. 西北农林科技大学资源环境学院,
陕西杨凌 712100;3. 户县农业技术推广中心,陕西户县 710300)

摘 要:小麦赤霉病是影响关中地区小麦安全生产的主要病害之一,同时小麦赤霉病的发病概率受到气候变暖的影响而逐渐加剧。利用户县 1998—2012 年的小麦种植面积和小麦赤霉病发病面积数据以及降水量、相对湿度、温度、日照时数等常规气象观测资料,采用灰色关联分析法对各气象因子对小麦赤霉病的影响进行分析。结果表明:15 年来陕西户县小麦赤霉病的发病率呈明显增长趋势,但波动性较大,其中 2010 年发病最严重,病田率高达 100%。抽穗扬花期平均相对湿度、上年秋季降水量和抽穗扬花期降水量的灰色综合关联度分别高达 0.90、0.80 和 0.76,是影响户县小麦赤霉病的发生、发展的 3 个主要气象因子。抽穗扬花期平均相对湿度和同期降水量可以用来预测小麦赤霉病的发生发展,上年秋季降水量、抽穗扬花期的平均相对湿度和抽穗扬花期日平均日照时数对预测小麦赤霉病发病面积的波动情况有参考价值。

关键词:小麦赤霉病;气象因子;灰色关联分析;抽穗扬花期

中图分类号:S431.11 **文献标识码:**A

小麦是陕西省第一大粮食作物,赤霉病普遍发生在陕西省小麦的主产区,不仅严重降低了小麦的产量,并且会恶化籽粒品质,降低种用价值,更重要的是带病麦粒中含有毒素,严重影响人畜健康^[1]。同时,小麦赤霉病作为公认的一种典型气象病^[2],其产生和发展受到很多气象因子的影响。霍治国等^[3]研究发现,气候变暖会增加暖冬的概率,进而有利于小麦赤霉病的越冬、繁殖和侵染,同时导致其发生流行的地理范围扩大,且加重原危害不严重的温凉气候区赤霉病的危害。之前的研究结果^[4-5]表明,通常情况下赤霉病的发生与抽穗扬花期的温度、湿度、降水、日照时数等气象因子密切相关,且年际间的波动取决于气象条件的变化情况^[4]。因此,为了更好地了解气象条件与小麦赤霉病发生之间的关系,利用陕西户县 1998—2012 年小麦赤霉病感病期间气象资料和

小麦赤霉病病田率数据,分析气象条件对小麦赤霉病的诱发作用,进而为小麦赤霉病在户县的发生和预防提供一定的研究基础和理论依据。

1 资料与方法

1.1 数据来源

分析所用资料为陕西省西安市户县农业技术推广中心和户县气象局分别提供的 1998—2012 年的小麦种植面积和小麦赤霉病发病面积数据以及同期降水量、相对湿度、温度、日照时数等常规气象观测数据。

1.2 方法

基于线性倾向估计以及灰色关联的方法,对诱发小麦赤霉病发病的相关气象因子数据进行处理。灰色关联分析^[6]是灰色系统理论中的一种重要的分析方法,与传统分析方法相比,它弥补了采用数理统计方法进行系统分析所导致的缺陷。不

收稿日期:2016-06-06

作者简介:雷晓英(1973—),女,陕西洛川人,汉族,学士,工程师,从事气象管理工作。

基金项目:陕西省气象局科技创新基金计划项目(2014M-10)

管样本量多少,样本有无规律,该方法都适用,且计算量小,不会出现量化结果与定性分析结果不符的情况。由灰色关联分析得到的关联度和关联序,可以量化系统特征行为序列与各相关因素行为序列的关联程度大小及其次序。

1.2.1 关联度 设 $X_0 = (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n))$, $X_i = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n))$, 二者长度相同,

$$s_0 = \int_1^n (X_0 - x_0(1)) dt, \quad (1)$$

$$s_i = \int_1^n (X_i - x_i(1)) dt, \quad (2)$$

$$\epsilon_{0i} = \frac{1 + |s_0| + |s_i|}{1 + |s_0| + |s_i| + |s_i - s_0|}. \quad (3)$$

称 ϵ_{0i} 为 X_0 与 X_i 的灰色绝对关联度,表征折线 X_0 与 X_i 的相似程度,波动几何上相似程度越大, ϵ_{0i} 越大。

设序列 X_0, X_i 长度相同,且初值皆不等于零,则 X_0', X_i' 分别为 X_0, X_i 的初值像,则称 X_0' 与 X_i' 的灰色绝对关联度为 X_0 与 X_i 的灰色相对关联度,记为 r_{0i} ,其中

$$X_i' = X_i / x_i(1) = \left(\frac{x_i(1)}{x_i(1)}, \frac{x_i(2)}{x_i(1)}, \dots, \frac{x_i(n)}{x_i(1)} \right) \quad (4)$$

$$X_0' = X_0 / x_0(1) = \left(\frac{x_0(1)}{x_0(1)}, \frac{x_0(2)}{x_0(1)}, \dots, \frac{x_0(n)}{x_0(1)} \right) \quad (5)$$

灰色相对关联度是序列 X_0 与 X_i 相对于始点的变化速率之联系的表征, X_0 与 X_i 的变化速率越接近, r_{0i} 越大,反之越小。

$$\rho_{0i} = \theta \epsilon_{0i} + (1 - \theta) r_{0i}, \theta \in [0, 1] \quad (6)$$

ρ_{0i} 称为 X_0 与 X_i 的灰色综合关联度,灰色综合关联度既体现了折线 X_0 与 X_i 的相似程度,又反映出 X_0 与 X_i 相对于始点的变化速率的接近程度,是较为全面地表征序列之间联系是否紧密的一个数量指标。 θ 为分辨系数,一般可取 $\theta = 0.5$,若对绝对量之间的关系比较关心, θ 可取大一些;若对变化速率比较看重, θ 可取小一些。

1.2.2 关联序 在进行系统分析时,研究系统特征行为变量与相关因素行为变量的关系,主要关心的是系统特征行为序列与各相关因素行为序

列关联度的大小次序,而不是关联度的数值大小。设 X_0 为系统特征行为序列, X_i, X_j 为相关因素行为序列, γ 为灰色关联度,若 $\gamma_{0i} \geq \gamma_{0j}$, 则称因素 X_i 优于因素 X_j , 记为 $X_i > X_j$, 称“ $>$ ”为由灰色关联度导出的灰色关联序。

2 结果与讨论

2.1 小麦赤霉病发病情况

由图1可知,户县小麦的种植面积始终保持在 $3 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 左右,且变化幅度较小。1998—2012年户县小麦赤霉病的病田率平均为52.5%。1998年病田率为42.6%,而1999—2004年病田率均低于35%且存在一定的波动。自2004年以后,小麦赤霉病的发病面积有明显增大的趋势,除2007年病田率仅为1.7%以外,其余年份的病田率都超过了75%,且2010年病田率高达100%。总体上,1998—2012年陕西省户县小麦赤霉病的发病面积随着年份的增长呈波动上升趋势。

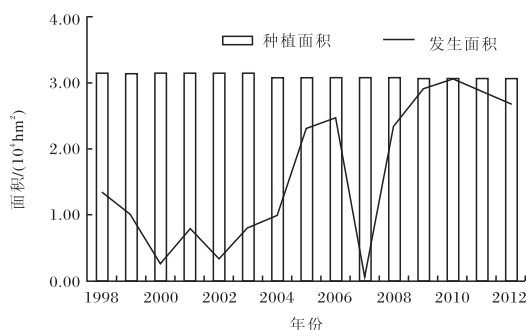


图1 1998—2012年户县小麦种植面积及赤霉病发生面积

2.2 各气象要素对小麦赤霉病发病的影响

根据灰色关联分析并参考文献[7-9],将抽穗扬花期降水量(R_1)、抽穗扬花期平均相对湿度(R_2)、抽穗扬花期平均温度(R_3)、抽穗扬花期日平均日照时数(R_4)、上年冬季(12—2月)平均气温(R_5)和上年秋季降水量(R_6)等气象因子与小麦的赤霉病病田率作为一个灰色系统,将后者记为系统中的特征序列,记为 X_0 ;将与小麦赤霉病发病有关的气象要素数据记为比较序列,记为 $X_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$, n 为气象因子个数。通过灰色关联分析,得到所选气象因子与小麦赤霉病病

田率的关联度。

由表 1 可知,对户县小麦赤霉病发病影响最大的气象要素是抽穗扬花期平均相对湿度(R_2),灰色综合关联度高达 0.90,秋季降水量(R_6)和抽穗扬花期降水量(R_1)的灰色综合关联度也大于 0.75,这表明以上三个气象因子是影响户县小麦赤霉病发生的主要气象因子。下面,按照关联序并结合病田率数据,对各个气象要素对小麦赤霉病发病的影响进行详细分析。

表 1 户县各气象因子与小麦赤霉病病田率的灰色关联度			
气象因子	绝对关联度	相对关联度	综合关联度
R_1	0.88	0.63	0.76
R_2	0.89	0.92	0.90
R_3	0.61	0.77	0.69
R_4	0.60	0.85	0.72
R_5	0.51	0.70	0.60
R_6	0.62	0.98	0.80

注: $\theta = 0.5$

2.2.1 抽穗扬花期平均相对湿度(R_2) 湿度条件是赤霉病发生、发展的必要条件之一,且在一定程度上决定了其发生和流行^[10]。1998—2012 年户县小麦扬花期平均相对湿度(R_2)的平均值为 57.3%,呈略微减小趋势(图 2)。其中 1999—2003 年的病田率与 R_2 的变化呈明显正相关关系,但 2004—2012 年,病田率与 R_2 的相关关系不明显。其中 2005 年、2006 年、2009 年和 2011 年的 R_2 比平均值分别低 11.3%、9.1%、1.9% 和 9.5%,但病田率却分别高达 75.0%、80.0%、95.4%、和 93.9%,这说明 R_2 低至 46% 左右时对小麦病田率(赤霉病)大面积发生并没有抑制作用。2010 年的病田率最高为 100%,此时 R_2 为 68%,高出均值 10.7%,这说明 R_2 偏高对小麦赤霉病的发生有促进作用,这与高湿度有利于小麦赤霉病发展的观点相一致^[11]。此外,由表 1 可知, R_2 与病田率的绝对关联度最大为 0.89;相对关联度位列第二,为 0.92;综合关联度最大为 0.90,表明 R_2 对赤霉病的发生影响最大。

2.2.2 抽穗扬花期降水量(R_1) 降水量是赤霉

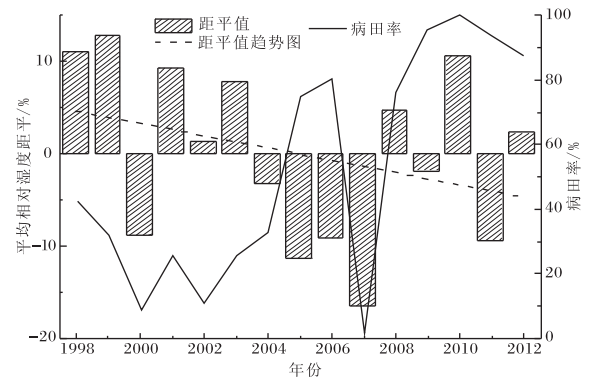


图 2 户县小麦抽穗扬花期的平均相对湿度距平时间序列与病田率变化趋势

病发生发展的另一个必要条件,在一定程度上对赤霉病发生和流行也有决定作用^[10]。由图 3 可知,1999—2012 年,户县小麦抽穗扬花期的降水量(R_1)呈减少趋势,但减少趋势不明显,其平均值为 221.4 mm。1999—2004 年间病田率与 R_1 之间有着很好的正相关关系。但 2005 年、2009 年、2011 年和 2012 年的 R_1 分别比历年均值低 18、4.7、16.8 和 2.7 mm,病田率却分别比历年均值高 22.5%、42.9%、41.4% 和 34.9%,这表明 R_1 低至 203.4 mm 对小麦的赤霉病大面积的发生仍是有利的,2010 年的 R_1 为 252.9 mm,且高出平均值 31.5 mm,此时赤霉病的发病面积最大,即较大的 R_1 导致小麦赤霉病大面积发生,这与张吉昌等^[12]认为的 R_1 对赤霉病的发生有促进作用的观点相吻合。此外, R_1 与病田率的绝对关联度为 0.88,位列第二,这表明 R_1 与病田率的年际间波动速率有着较高的关联程度。

2.2.3 抽穗扬花期日平均日照时数(R_4) 1998—2012 年户县抽穗扬花期的日平均日照时数(R_4)总体上呈明显上升趋势(图 4),且平均值为 6.8 h。其中,1998—2004 年 R_4 平均为 6.1 h,其病田率平均为 25.3%,2005—2012 年 R_4 平均为 7.5 h,高出总体均值 0.7 h,而病田率平均高达 76.2%。曹祥康等^[13]和左豫虎等^[14]的研究结果认为, R_4 与赤霉病发病率呈显著负相关关系,主要原因是较多的日照会对赤霉病的孢子有杀灭或抑制作用。本研究结果表明,户县 R_4 虽然呈增长趋势,但并未达到有效杀灭或抑制赤霉病孢子的

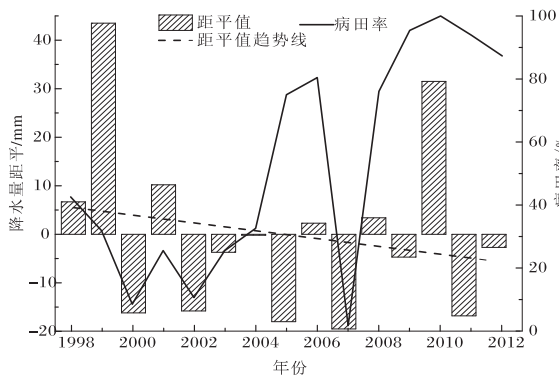


图3 户县小麦抽穗扬花期的降水量距平时间序列与病田率变化趋势

数值,因此赤霉病的发病率并未随着 R_4 的增长而降低。由表1可知, R_4 与病田率的相对关联度为0.85,位列第三,其年际间波动速率对病田率年际间波动速率有一定的指示意义。

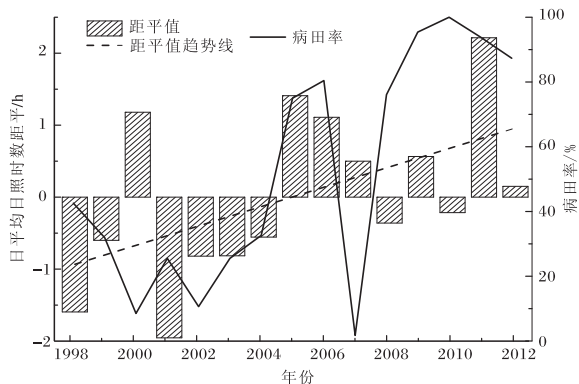


图4 户县小麦抽穗扬花期日平均日照时数距平时间序列与病田率变化趋势

2.2.4 抽穗扬花期平均温度(R_3) 农业病虫害的发生与流行需要一定的温度条件,小麦赤霉病亦如此。许昌荣^[15]研究发现,病菌发育最适温度为 $24 \sim 25^\circ\text{C}$,最低温度为 8°C ,最高温度为 32°C 。由图5可知,1998—2012年户县小麦抽穗扬花期的平均温度(R_3)呈略微上升趋势。其中,1998—2004年的 R_3 为 17.4°C ,2005—2012年的 R_3 为 17.9°C ,病田率均值差距较大的两个阶段的 R_3 差异并不大。1998—2012年,抽穗扬花期平均温度均值为 17.7°C ,最低温度为 14.2°C ,最高温度为 20.6°C ,符合许昌荣提出的赤霉病的发生条件^[15]。霍治国等^[3]的研究表明,生长季变暖可

优化大部分病害生长发育的温度条件,即当温度处于下限温度与适宜温度范围之间时($8 \sim 24^\circ\text{C}$),大多数病害的发育速率与温度呈正相关,当温度升高导致病害发育的历期缩短,从而增加种群的增长力。所以,1998—2012年的 R_3 上升趋势虽然不大,但已有助于小麦赤霉病的发生。

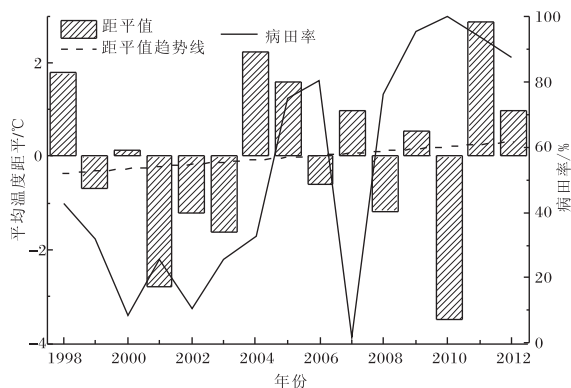


图5 户县小麦抽穗扬花期平均温度距平时间序列与病田率变化趋势

2.2.5 上年秋季降水量(R_6) 上年秋季降水量(R_6)是影响菌源数量的一个气象因子^[16]。1998—2012年户县 R_6 均值为 221.4 mm ,有明显增加的趋势,且病田率也有明显升高的趋势(图6)。1998—2004年赤霉病的病田率波动不大,其均值为 25.3% , R_6 均值为 199.7 mm ;2005—2012年病田率明显增加,均值为 76.2% , R_6 均值高达 245.3 mm ,较1998—2004年增加了 45.6 mm 。由此可知, R_6 的增加对来年小麦赤霉病的发生有明显的促进作用。这可能是秋季降水量增加了田间的相对湿度,进而有利于赤霉病病菌增殖,从而为

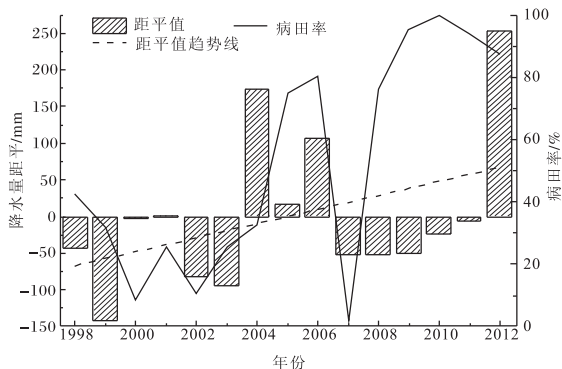


图6 户县小麦上年秋季降水量距平时间序列与病田率变化趋势

来年小麦赤霉病的发生提供更多菌源。此外, R_6 与病田率的综合关联度为 0.81,位列第二,相对关联度最大为 0.98,这表明 R_6 的年际间波动速率对户县小麦赤霉病的年际间波动速率有着很好的指示意义。

2.2.6 上年冬季平均气温(R_5) 越冬的菌源是发病的基础,而影响菌源数量的主要气象因子之一就是越冬的温度^[16]。1998—2012 年的 R_5 均值为 2.5℃,有明显的降低趋势(图 7),而赤霉病的病田率却呈现明显增加趋势,且 R_5 与病田率的综合关联度在所有气象因子中最小(表 1),这表明虽然户县 R_5 有一定的降低趋势,但对越冬的小麦赤霉病菌的抑制作用不明显。

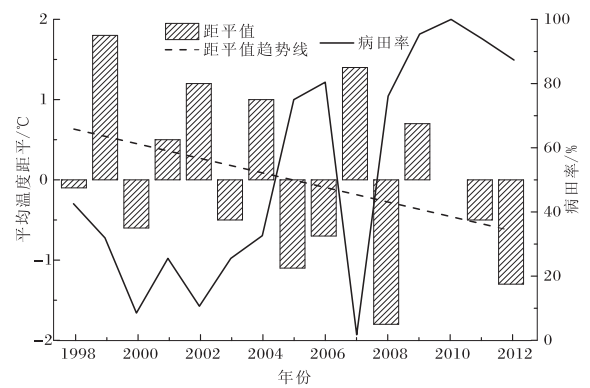


图 7 户县小麦上年冬季平均气温距平时间序列与病田率变化趋势

3 结论与讨论

(1) 户县小麦抽穗扬花期平均相对湿度、上年秋季降水量和抽穗扬花期降水量与病田率的综合关联度分别高达 0.90、0.80、0.76,是影响户县小麦赤霉病的发生、发展的主要气象因子。抽穗扬花期平均相对湿度和降水量与病田率的绝对关联度分别为 0.89 和 0.88,可以从波动几何图形上来预测小麦赤霉病在户县的发生情况。上年秋季降水量、抽穗扬花期平均相对湿度和抽穗扬花期日平均日照时数与病田率的相对关联度分别为 0.98、0.92 和 0.85,可以从年际间波动速率的角度来预测小麦赤霉病在户县的发生情况。

(2) 各个气象因子对赤霉病在户县的发生产生着不同程度的影响。抽穗扬花期平均相对湿度

和降水量基本满足赤霉病发生所需的条件,抽穗扬花期平均温度的上升趋势不明显,但也在一定程度上导致了小麦赤霉病的发生;上年秋季降水量呈增加趋势,一定程度上会导致更多的赤霉病菌源;上年冬季平均气温呈降低趋势,但并未对赤霉病菌数量有明显抑制作用。可以通过对以上气象条件的监测实现对小麦赤霉病菌源的监控。另外,小麦收割以后,要尽早翻耕,将小麦残茬和杂草尽早埋于地下,从根源上将菌源数量降到最低;同时做好抽穗扬花期的药控措施。

(3) 关中户县小麦赤霉病发生具有间歇性,且发病面积波动性较大,总体上,1998—2012 年陕西省户县小麦赤霉病的发病面积随着年份的增长呈波动上升趋势,但 2007 年病田率达到 15 年来最小值,仅为 1.7%,因为小麦赤霉病发病率是多因子综合作用的结果,因此要对 2007 年的发病率做出合理解释,还需进一步研究。

参考文献:

[1] 刘恒,侯丽娟,马红娜,等. 陕西省小麦禾谷镰刀菌的遗传多样性研究[J]. 植物病理学报,2010,40(6): 615-621.

[2] 喻璋,郭天财,陈志申,等. 小麦赤霉病及其防治[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1987:31-39.

[3] 霍治国,李茂松,王丽,等. 气候变暖对中国农作物病虫害的影响[J]. 中国农业科学,2012,45(10): 1926-1934.

[4] 吴春艳,李军,姚克敏. 小麦赤霉病发病程度的预测[J]. 中国农业气象,2003,24(4):20-23.

[5] 马延庆,周平伟,刘长民,等. 咸阳市冬小麦赤霉病发生的气象条件分析及预报模式研究[J]. 陕西农业科学,2007,(4):32-34+62.

[6] 刘思峰,党耀国,方志耕,等. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京:科学出版社,2014:63-86.

[7] 霍治国,王石立. 农业和生物气象灾害[M]. 北京:气象出版社,2009:1-15,163-213,267-281.

[8] 杜利敏. 小麦赤霉病预报中的温湿度气象指标[J]. 南方农业,2015,9(30):200+202.

[9] 唐洪,彭恒,刘明龙,等. 小麦赤霉病田间病情与抽穗扬花期气象条件和病粒率关系[J]. 中国植保导刊,2012,32(7):10-12.

何林,吉庆. 气象-环保数据交换共享方案的设计与实现[J]. 陕西气象,2017(1):36-39.

文章编号:1006-4354(2017)01-36-04

气象-环保数据交换共享方案的设计与实现

何林¹,吉庆²

(1. 陕西省气象信息中心,西安 710014;2. 渭南市气象局,陕西渭南 714000)

摘要:为了解决气象部门和环保部门实时监测数据交换共享的问题,提出了基于专网的数据库同步、基于公网 FTP 的数据交互、基于网络爬虫的数据抓取三种共享方案,并对三种方案的实现方法进行了论述,通过对各个方案优缺点的对比,给出了不同应用场景下的最优共享策略。

关键词:气象-环保数据;共享方案;数据库同步;FTP;网络爬虫

中图分类号:P409

文献标识码:B

数据挖掘、大数据分析等技术在各个行业逐渐由基础研究转向实际业务应用,某个行业的数据分析往往需要以其它行业的数据为支撑,因此不同行业或部门间的业务数据交互越来越多。以气象部门和环保部门为例,在酸雨、沙尘暴、雾霾等天气越来越被关注的背景下,气象部门与环保部门需要打破数据壁垒,结合各自的专业优势在环境气象监测、预报预警等方面展开研究与合作。由于气象部门和环保部门分属不同的局域网,且双方的数据传输、监测、存储、内部共享、应用方式等都不尽相同。因此,需要根据双方的应用特点,制定一个安全合理的底层数据共享与交换方案,为监测数据的业务应用奠定基础。

1 气象-环保跨行业监测数据的特点

气象部门和环保部门的底层数据主要为通过

各类采集仪器收集到的监测数据,基于通用分组无线服务技术(General Packet Radio Service,下简称“GPRS”)或地面有线网络,以文件或数据流的方式进行自下而上的分级传输和集中收集,解析后多以结构化数据形式存储于数据库管理系统中,用以开展业务研究。常用的环境监测类型包括环境空气、降水、地表水、饮用水、地下水、邻近海域水质、土壤、噪声、废气、废水、生物监测等 11 种^[1]。而气象观测则包括地基(自动气象站、酸雨观测站、大气成分站、海上漂浮站、太阳辐射站等)、空基(探空气球、多普勒雷达、探空飞机、无人机)、天基(极轨卫星、静止卫星、空间站)等三大类型。管理这些监测数据的部门一般为国家级、省级、地市级和县级的环境监测总站及气象部门。

气象-环保监测数据种类繁多、结构复杂,且

收稿日期:2016-09-22

作者简介:何林(1987—),男,汉族,陕西武功人,硕士,工程师,从事气象信息软件研发、气象数据集约化环境建设。

基金项目:陕西省气象局研究型业务重点科研项目(2015Z-6)

[10] 肖晶晶,霍治国,李娜,等. 小麦赤霉病气象环境成因研究进展[J]. 自然灾害学报,2011,20(2):146-152.

[11] 徐崇浩,何险峰,刘富明,等. 四川小麦赤霉病流行的气象条件及其时空分布规律和大气环流背景[J]. 西南农业学报,1996,9(3):60-67.

[12] 张吉昌,王捍东,白庄君,等. 汉中盆地小麦赤霉病发生规律及防治技术[J]. 陕西农业科学,1995,(2):24-25.

[13] 曹祥康,陈爱光,田平阳. 福建省小麦赤霉病气候预

报初探[J]. 中国农业气象,1994,15(3):33-35+27.

[14] 左豫虎,郑莲枝,张匀华,等. 黑龙江省春小麦赤霉病流行的预测方法[J]. 植物保护学报,1995,22(4):297-302.

[15] 许昌荣. 农业气象指标大全[M]. 北京:气象出版社,2004:164.

[16] 商鸿生. 麦类作物病虫害诊断与防治原色图谱[M]. 北京:金盾出版社,2003:44-45.