

ICS 07. 060  
A 47  
备案号: 42185—2013



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 212—2013

---

## 北方草地监测要素与方法

Monitoring factors and method of grassland in northern China

2013-10-14 发布

2014-02-01 实施

---

中国气象局 发布

中华人民共和国  
气象行业标准  
北方草地监测要素与方法

QX/T 212—2013

\*

气象出版社出版发行  
北京市海淀区中关村南大街46号  
邮政编码:100081  
网址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>  
发行部:010-68409198  
北京中新伟业印刷有限公司印刷  
各地新华书店经销

\*

开本:880×1230 1/16 印张:1.25 字数:37.5千字  
2014年11月第一版 2014年11月第一次印刷

\*

书号:135029-5669 定价:12.00元

如有印装差错 由本社发行部调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68406301

## 目 次

前言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 监测要素与方法 .....	4
4.1 土壤 .....	4
4.2 生物 .....	5
4.3 气象 .....	6
4.4 灾害 .....	7
附录 A(规范性附录) 土壤重量含水率、土壤容重测定方法 .....	10
参考文献 .....	12



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国农业气象标准化技术委员会(SAC/TC 539)提出并归口。

本标准起草单位:青海省气象局、国家气象中心、内蒙古自治区气象局、新疆维吾尔自治区气象局、青海省草原总站。

本标准主要起草人:颜亮东、周秉荣、肖宏斌、李凤霞、郭安红、陈素华、傅玮东、乌兰巴特尔、庞立英、张国胜、辛延俊、李旭谦。



# 北方草地监测要素与方法

## 1 范围

本标准规定了北方草地监测要素与方法。

本标准适用于北方天然草地地面定点监测和调查。人工草地监测可参考使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

LY/T 1228—1999 森林土壤全氮的测定

LY/T 1229—1999 森林土壤水解性氮的测定

LY/T 1232—1999 森林土壤全磷的测定

LY/T 1233—1999 森林土壤有效磷的测定

LY/T 1234—1999 森林土壤全钾的测定

LY/T 1236—1999 森林土壤速效钾的测定

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**北方草地 grassland in northern China**

秦岭淮河一线以北以草本和灌木植物为主,适宜发展畜牧业生产的天然植被。

### 3.2

**土壤湿度 soil moisture**

单位容积或单位质量土壤中的水分含量占同容积或同质量土壤烘干后质量的比值。

注 1:单位为百分率(%)。

注 2:改写 GB/T 20481—2006,定义 2.8。

### 3.3

**土壤田间持水量 soil field capacity**

土壤所能保持的毛管悬着水的最大水分含量。以水分占同容积或同质量土壤烘干后质量的比值表示。

注 1:单位为百分率(%)。

注 2:改写 GB/T 20481—2006,定义 2.9。

### 3.4

**土壤相对湿度 relative soil moisture**

土壤实际含水量占土壤田间持水量的比值。

注 1:单位为百分率(%)。

注 2:改写 GB/T 20481—2006,定义 2.7。

3.5

**土壤容重 bulk density of soil**

没有遭到破坏的自然土壤结构条件下,单位体积的干土重量。

注 1:单位为克每立方厘米( $\text{g}/\text{cm}^3$ )。

注 2:改写 QX/T 81—2007,定义 2.10。

3.6

**地表径流 surface runoff**

降水超过土壤下渗和蒸发时形成的沿地表流动的水流。

3.7

**土壤全氮 total nitrogen in soil**

土壤中含有的有机态氮和无机态氮两者的总和。

3.8

**土壤水解氮 hydrolyzable nitrogen in soil**

土壤中,在短期内可以矿质化,容易被植物吸收利用的有机氮化物、铵态氮和硝态氮等。

3.9

**土壤全磷 total phosphorus in soil**

土壤中含有的有机态磷和无机态磷两者的总和。

3.10

**土壤有效磷 available phosphorus in soil**

土壤全磷中可以被植物直接吸收和利用的离子态磷酸根、易溶的无机磷化合物和吸附态磷。

3.11

**土壤全钾 total potassium in soil**

土壤中原生矿物中的钾、固定态钾、水溶性钾和交换性钾的总和。

3.12

**土壤速效钾 available potassium in soil**

土壤中可以被植物直接吸收利用的水溶性钾和交换性钾。

3.13

**草层高度 sward height**

平视的自然状态下,对突出少量的叶和茎不予考虑的牧草整层的高度。

注:如果草层的高度分为两层,则分为高草层和低草层。

3.14

**物候期 phenophase**

自然环境中植物、动物生命活动的季节现象。

注:牧草种的主要物候期包括返青(出苗)、开花、成熟、黄枯等。

3.15

**可食草产量 yield of forage**

牧草地面以上能被动物采食利用部分的质量。

3.16

**积雪深度 depth of perpetual snow**

从积雪表面到地面的垂直深度。

注:单位为厘米(cm)。

[GB/T 20482—2006,定义 2.2]



## 3.17

**积雪持续日数** continuous days of perpetual snow

积雪初日和终日之间的时间。

注:单位为天(d)。

## 3.18

**积雪掩埋牧草程度** degree of buried graze by snow

积雪深度与草群平均高度之比。

[GB/T 20482—2006,定义 2.6]

## 3.19

**积雪面积比** rate of perpetual

某地积雪面积与实际草地面积的比。

注:单位为百分率(%)。

[GB/T 20482—2006,定义 2.7]

## 3.20

**日照时数** sunshine duration

太阳直接辐照度达到或超过 120 W/m<sup>2</sup>时间段的总和。

注:单位为小时(h)。

## 3.21

**光合有效辐射** photosynthetically active radiation

植物能正常地生长发育,完成其生理学过程的光谱区辐射。

## 3.22

**有效生长季** effective growing season

气温高于牧草生物学下限温度,低于生物学上限温度之间的日数。

## 3.23

**气象干旱** meteorological drought

某时段由于蒸发量和降水量的收支不平衡,水分支出大于水分收入而造成的水分短缺现象。

[GB/T 20481—2006,定义 2.12]

## 3.24

**牧区雪灾** snow disaster of astoral

由于积雪过厚、维持时间长,掩埋牧草,使牲畜无法正常采食,导致牧区大量牲畜掉膘和死亡的自然灾害。

[GB/T 20482—2006,定义 2.1]

## 3.25

**鼠害** grassland rodent damage

草地鼠类通过啃食牧草的地上枝叶和地下根茎、推出土堆等活动对草地资源和生产力造成较大破坏与危害的一种灾害。

## 3.26

**虫害** pest damage

正常生长的草地牧草,由于受到昆虫的侵害,而使牧草生长和发育受到抑制或损害,造成牧草产量减少或品质下降等危害的一种灾害。

## 3.27

**草原火灾** fire disaster

自然火或人工火在天然草原或人工草地上燃起,致使大面积草原烧毁的灾害。

3.28

**黑灾 grassland black calamity**

冬春放牧草地上,人、畜靠吃雪解决吃水问题的地区,由于地表积雪少或根本没有积雪,致使家畜长期处于缺水的状态下而造成一种“渴灾”的灾害现象。

**4 监测要素与方法**

**4.1 土壤**

**4.1.1 土壤 pH 值**

采用 pH 计测定。钻取所需土层的土样,取 30 g 放入 50 ml 烧杯中,按 1:5 体积加入蒸馏水,用玻璃棒充分搅拌,待土粒完全沉淀后,用 pH 计测定其溶液酸碱度,值为土壤 pH 值。

**4.1.2 土壤湿度**

以土壤重量含水率表示,测定方法见附录 A。

**4.1.3 土壤田间持水量**

采用小区灌水法测定,土壤田间持水量一般小于 40%。在 2 m×2 m 的小区内,按照土壤深度与 40% 的土壤含水量计算灌溉需要的水量;下渗 2 天后,逐日测定土壤重量含水率,直至前后两天同一层土壤重量含水率差值小于 0.2%,后一次测定的土壤重量含水率即为该层次的田间持水量。

**4.1.4 土壤相对湿度**

计算公式见式(1)。

$$R = (W/F) \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

R——土壤相对湿度,单位为百分率(%);

W——土壤重量含水率,单位为百分率(%);

F——田间持水量,单位为百分率(%).

**4.1.5 土壤容重**

土壤容重的测定方法见附录 A。

**4.1.6 土壤全氮**

采用半微量凯氏法测定,测定方法及允许偏差见 LY/T 1228—1999 中第 2 章。

**4.1.7 土壤水解氮**

采用碱解—扩散法测定,测定方法及允许偏差见 LY/T 1229—1999。

**4.1.8 土壤全磷**

采用酸溶—钼锑抗比色法测定,测定方法及允许偏差见 LY/T 1232—1999 中第 3 章。

**4.1.9 土壤有效磷**

采用 0.5 mol/L 的碳酸氢钠浸提—钼锑抗比色法测定,测定方法及允许偏差见 LY/T 1233—1999

中第 5 章。

#### 4.1.10 土壤全钾

采用氢氧化钠熔融—火焰光度计法测定,测定方法及允许偏差见 LY/T 1234—1999 中第 4 章。

#### 4.1.11 土壤速效钾

采用 1 mol/L 乙酸铵浸提—火焰光度法测定,测定方法及允许偏差见 LY/T 1236—1999。

#### 4.1.12 地下水位

在上午 08 时—09 时进行测量,在绳、皮尺下端系一重物,用绳、杆、皮尺测量水井水位,单位为米(m),按四舍五入原则,取 2 位小数。

#### 4.1.13 地表径流

通过地表径流场进行观测。地表径流场是从周围地区分隔出来的一块土地,上面建设地表径流观测设施,径流场一般用截水沟将之分成若干小区域,截水沟相互联系并与一集水槽相接。在降水大于土壤渗透及蒸发时,地表径流场内集水槽中水量与集水面积之比为地表径流量,单位为毫米(mm)。

### 4.2 生物

#### 4.2.1 指示种

通过植物群落学的方法加以鉴定并确定草地植物群落中具有指示意义的牧草种类。

#### 4.2.2 草层高度

采用直尺测量法,选择有代表性的 5 个测点,将直标尺垂直于地面,测量自然状态下平视草层时草层的高度,对突出的少量叶和枝条不予考虑,5 个测量值的算术平均值,即为该草地的草层高度。单位均为厘米(cm),按四舍五入原则,取整数。

如果草层的高度分为两层:即高草层和低草层,则在每次测草层高度时,都要分两次读数,第一次读高草层高度,第二次读低草层高度,分别做算术平均。草层高度结果记录方式为“高草层高度/低草层高度”,单位均为厘米(cm),按四舍五入原则,取整数。植被稀疏和不均匀的荒漠、半荒漠草场不测草层高度。

#### 4.2.3 牧草盖度

采用目测法,估测单位面积内牧草投影面积所占的百分比。

#### 4.2.4 牧草多度

采用目测法,用德氏多度记载单位面积内植物群落中所出现的牧草种类数量:

Soc —— 植株地上部分郁闭,形成背景,相当于盖度的 100%。

Cop3 —— 植株很多,相当于盖度的 70%~90%。

Cop2 —— 植株多,相当于盖度的 50%~70%。

Cop1 —— 植株数量一般,相当于盖度的 30%~50%。

Sp —— 植株不多而散生,相当于盖度的 10%~30%。

Sol —— 稀少,相当于盖度小于 10%。

Un —— 独一枝,相当于盖度小于 1%。

#### 4.2.5 牧草频度

采用样方法,随机选定 1 m×1 m 的样方 10 个,逐一统计每个样方中的牧草种类,某种牧草的频度即为该种牧草出现的样方数占总样方数的百分比。

#### 4.2.6 物候期

采用野外观测法。选择有代表性的牧草品种进行野外观测从而确定牧草的物候期,包括返青(出苗)期、开花期、黄枯期等。

返青期:观测到越冬牧草地面芽变成绿色。

开花始期:观测到植株上有个别花的花瓣完全展开;开花盛期:观测到所有观测植株有一半的花瓣完全展开。

开始黄枯期:观测到植物下部三分之一叶子黄枯;黄枯普遍期:观测到一半以上的叶子达到黄枯。

#### 4.2.7 可食草产量

采用样方法。在代表性样方内适当留茬后剪下所有牧草,除去不可食牧草后称其鲜重和干重。

### 4.3 气象

#### 4.3.1 日平均气温

用干球温度表或温度计测定每日 02 时、08 时、14 时、20 时的气温值,它们的算术平均值为日平均气温值。单位为摄氏度(°C),按四舍五入原则,取一位小数。

#### 4.3.2 日最高气温、日最低气温

用最高温度表测定连续 24 小时时间段内所观测到的最高温度。一般出现在 14 时左右。单位为摄氏度(°C),按四舍五入原则,取一位小数。

用最低温度表测定连续 24 小时时间段内所观测到的最低温度。一般出现在清晨日出前后。单位为摄氏度(°C),按四舍五入原则,取一位小数。

#### 4.3.3 日降水量

通常采用雨量器(雨量计)测量前一天 20 时到当日 20 时的 24 小时内的降水量。在炎热干燥的日子降水停止后,应及时进行观测。在降水较大时,应视降水情况增加人工观测次数,或采用自动仪器观测。

#### 4.3.4 积雪持续日数

一次积雪过程中,雪掩盖的面积达到观测地区域可见面积 3/4 以上时的首日,记为积雪初日;当雪融化到掩盖面积不足观测地区域可见面积 3/4 时的日期,记为积雪终日。初日和终日之间的时间间隔即为积雪持续日数,单位为天(d)。

#### 4.3.5 积雪深度

选择一地势平坦,方圆 1 km<sup>2</sup> 内没有建筑物的区域作为积雪观测地段。在观测地段中确定一中心点,使用 GPS 定位,编号记录并上报备案。每次观测在中心点附近取 5 个点,计算从积雪表面到地面的垂直深度,它们的平均值作为积雪深度的观测值,单位为厘米(cm),按四舍五入原则,取整数。

#### 4.3.6 日照时数

采用日照计直接测定,单位为小时(h),按四舍五入原则,取一位小数。

#### 4.3.7 光合有效辐射

使用光合有效辐射表直接测定,单位为瓦每平方米(W/m<sup>2</sup>),按四舍五入原则,取整数。

#### 4.3.8 活动积温

一段时间内稳定通过某一界限温度的日平均气温之和。界限温度有 0℃、5℃、10℃,计算公式见式(2)。

$$A = \sum T_i \quad (2)$$

式中:

A ——大于或等于某界限温度的活动积温,单位为度(℃);

T<sub>i</sub> ——时段内,大于或等于某界限温度的日平均温度,单位为度(℃)。

#### 4.3.9 有效生长季

统计日平均气温高于牧草生物学下限(一般为 3℃或 5℃)温度,低于生物学上限(一般为 35℃)温度之间的日数。当一年中气温达不到生物学上限时,把一年中气温稳定通过该牧草生物学下限初日的日期作为有效生长季的开始期,稳定通过该牧草生物学下限终日的日期作为有效生长季的结束期,二者之间的时间间隔为有效生长季。单位为天(d)。

#### 4.3.10 无霜期

一般将秋季日最低地表温度小于或等于 0℃的初日作为初霜日,春季日最低地表温度大于或等于 0℃的初日作为终霜日。一年中,终霜日至初霜日之间的天数即为无霜期,单位为天(d)。

### 4.4 灾害

#### 4.4.1 干旱

出现气象干旱之后,通过测定土壤相对湿度确定草地干旱等级,见表 1。

表 1 草地干旱指标与等级

单位为百分率(%)

生长季	等级	类型	土壤相对湿度				
			温性草甸草原	典型草原	荒漠草原	高寒草原	高寒草甸
春季	1	无旱	>58	>50	>48	>55	>59
	2	轻旱	48~58	40~50	43~48	40~55	40~59
	3	中旱	38~47	35~39	35~42	30~39	30~39
	4	重旱	33~37	30~34	30~34	20~29	20~29
	5	特旱	≤32	≤29	≤29	≤19	≤19

表 1 草地干旱指标与等级(续)

单位为百分率(%)

生长季	等级	类型	土壤相对湿度				
			温性草甸草原	典型草原	荒漠草原	高寒草原	高寒草甸
夏季	1	无旱	>65	>60	>58	>59	>59
	2	轻旱	55~65	50~60	48~58	40~59	40~59
	3	中旱	45~54	40~49	40~47	30~39	30~39
	4	重旱	35~44	30~39	30~39	20~29	20~29
	5	特旱	≤34	≤29	≤29	≤19	≤19
秋季	1	无旱	>58	>50	>48	>50	>59
	2	轻旱	48~58	40~50	43~48	40~49	40~59
	3	中旱	38~47	35~39	35~42	30~39	30~39
	4	重旱	33~37	30~34	30~34	20~29	20~29
	5	特旱	≤32	≤29	≤29	≤19	≤19

#### 4.4.2 牧区雪灾(或白灾)

出现积雪后,依据积雪掩埋牧草程度、积雪持续日数、积雪面积比三项要素来确定牧区雪灾等级,见表 2。

当积雪状态满足积雪掩埋牧草程度、积雪持续日数、积雪面积比中的任意一个条件时,相对应的等级即为雪灾等级。当上述三个条件对应的等级不一致时以偏重的雪灾等级为准。

表 2 牧区雪灾等级表

雪灾等级	积雪状态		
	积雪掩埋牧草程度	积雪持续日数 d	积雪面积比
轻灾	0.30~0.40	≥10	≥20%
	0.41~0.50	≥7	
中灾	0.41~0.50	≥10	≥20%
	0.51~0.70	≥7	
重灾	0.51~0.70	≥10	≥40%
	0.71~0.90	≥7	
特大灾	0.71~0.90	≥10	≥60%
	>0.90	≥7	

#### 4.4.3 鼠害

当鼠害发生时,实地测量鼠土堆面积或进行调查估测鼠土堆面积,根据实测值或估测值计算鼠土堆面积占调查面积的百分比,确定鼠害等级,见表 3。

表 3 草地鼠害等级

等 级		受 害 征 状
1	轻	草根被挖食,挖出的新土丘、洞口面积占调查面积的百分比小于 10%。
2	中	草根明显被挖食,挖出的新土丘、洞口面积占调查面积的百分比为 11%~25%。
3	重	草场严重破坏,挖出的新土丘、洞口面积占调查面积的百分比为 26%~50%。
4	很重	草根裸露,植株大量死亡,挖出的新土丘、洞口面积占调查面积的百分比大于 50%。

#### 4.4.4 虫害

当虫害发生时,实地测量虫口密度,单位为头每平方米(头/m<sup>2</sup>),调查受害面积,单位为万公顷(万hm<sup>2</sup>)。一般不作病虫繁殖过程的追踪观测。对牧草危害观测项目和记载灾情方法如下:

- a) 记载主要虫害的规定名称。
- b) 受害期:记录虫害的发生期(发现牧草受危害时的日期),猖獗期(虫害发生率高时的日期),停止期(虫害不再发展时的日期)。
- c) 受害症状:记载受害部位和受害器官的受害特征。以文字形式简要描述。
- d) 植株受害程度:计算植株受害、死亡率。

计算公式见式(3)。

$$Q = (n_1/n_2) \times 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

Q —— 植株受害、死亡率,单位为百分率(%);

$n_1$  —— 受害、死亡株(茎)数;

$n_2$  —— 总株(茎)数。

#### 4.4.5 草原火灾

当火灾发生后,实地测量过火面积或进行调查,计算出过火面积占该地草地面积的百分比。

#### 4.4.6 黑灾

当黑灾发生后,记载连续无积雪(含有积雪但积雪连续日数不足 3 天)的起止日期。

**附 录 A**  
**(规范性附录)**  
**土壤重量含水率、土壤容重测定方法**

**A.1 仪器及工具**

土钻、盛土盒、刮土刀、提箱。托盘天平(载重量为 100 g,感应量为 0.1 g)、烘箱、高温表。

**A.2 测定程序**

**A.2.1 下钻地点的确定**

把观测地段分成 4 个小区,并作上标志。每次取土各小区取一个。取土下钻地点应距前次测点 1 m~2 m,取土完毕后应作上标记。

**A.2.2 钻土取样**

垂直顺时针下钻,按所需深度,由浅入深,顺序取土。当钻杆上所刻深度达到所取土层下限并与地表平齐时,提出土钻,即为所取土层的土样,如取 40 cm~50 cm 的土样,当钻杆上的刻度 50 与地表平齐时即可。将钻头零刻度以下和土钻开口处的土壤及钻头口外表的浮土去掉,然后将钻杆平放,采用剖面取土的方法,迅速地用小刀刮取土样 40 g~60 g,放入盛土盒内,随即盖好盒盖,再将钻头内余土刮净并观测记录该土层的土壤质地。按上述步骤依次取出各个小区各个深度的土样。4 个小区的土样取完后,将剩余的土按原来土层顺序填入钻孔中。所有土样取完后将土钻擦干净,以备下次使用。

**A.3 称盒与湿土共重**

土样取完带回室内,擦净盛土盒外表泥土,然后校准天平逐个称量,单位为克(g),按四舍五入原则,均取一位小数,然后复称检查一遍。

**A.4 烘烤土样**

在核实 A.3 称重无误后,打开盒盖,盒盖套在盒底,放入烘箱内烘烤。烘烤温度应稳定在 100℃~105℃。烘土时间的长短以土样完全烘干,土样重量不再变化时为准。从烘箱内温度达到 100℃开始记时,一般沙土、沙壤土约 6 h~7 h,壤土 7 h~8 h,黏土 10 h~12 h。然后从烘箱内上、中、下不同深度层次取出 4 盒~6 盒土样称重,再放回烘箱烘烤 2 h,复称一次。如每盒土样前后两次重量差均不大于 0.2 g,即取后一次的称量值作为最后结果,否则,按上述方法继续烘烤,直到相邻两次各抽取样本的重量差均不大于 0.2 g 为止。

**A.5 称盒与干土共重**

烘烤完毕,断开电源,待烘箱稍冷却后取出土样并迅速盖好盒盖,进行称重,然后复称一遍,当全部计算完毕经检验确认无误时,倒掉土样,并将土盒擦洗干净,按号码顺序放入提箱内,以备下次使用。



### A.6 计算土壤重量含水率

土壤保持的水量质量占干土重的百分比,公式按式(A.1)计算。

$$W = (G_2 - G_3)/(G_3 - G_1) \times 100 \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

式中:

$W$  ——土壤重量含水率,单位为百分率(%);

$G_2$  ——盒与湿土共重,单位为克(g);

$G_3$  ——盒与干土共重,单位为克(g);

$G_1$  ——盒重,单位为克(g)。

先算出各个深度每个小区的土壤重量含水率,再求出各个深度4个小区平均值,按四舍五入原则,均取一位小数。

### A.7 计算土壤容重

称取钻筒重量、量取钻筒容积;挖掘土壤剖面坑;登记土壤剖面状况;采取土样;称重及烘烤;按式(A.2)计算结果。

$$P = \{(M \times 100) / [V \times (100 + W)]\} \quad \dots\dots\dots(A.2)$$

式中:

$P$  ——土壤容重,单位为克每立方厘米( $g/cm^3$ );

$M$  ——钻筒内湿土重,单位为克(g);

$V$  ——钻筒容积,单位为立方厘米( $cm^3$ );

$W$  ——钻筒土壤重量含水率,单位为百分率(%).

参 考 文 献

- [1] GB 3838—2002 地下水水位 地表径流
  - [2] GB/T 20481—2006 气象干旱等级
  - [3] GB/T 20482—2006 牧区雪灾等级
  - [4] GB/T 20487—2006 城市火险气象等级
  - [5] NY/T 635—2002 天然草地合理载畜量的计算
  - [6] QX/T 75—2007 土壤湿度的微波炉测定
  - [7] QX/T 81—2007 小麦干旱灾害等级
  - [8] DB63/F 209—1994 青海省草地资源调查技术规程
  - [9] DB63/T 331—1999 草地旱鼠预测预报技术规程
  - [10] 北方草场资源调查办公室. 全国重点牧区草场资源调查大纲和技术规程[M]. 北方草场资源调查办公室. 1982
  - [11] 吕宪国等. 湿地生态系统观测方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社. 2005
  - [12] 《气象手册》编委会. 气象手册[M]. 郭殿福等, 译. 贵阳: 贵州人民出版社. 1985
  - [13] 中国气象局. 生态气象观测规范(试行)[M]. 北京: 气象出版社. 2005
  - [14] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社. 1981
  - [15] 中国气象局. 农业气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社. 1993
  - [16] 朱炳海, 王鹏飞, 束家鑫等. 气象学词典[M]. 上海: 上海辞书技术出版社. 1985
  - [17] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社. 2003
-