

《中国生态系统研究网络 (CERN) 长期观测质量管理规范》丛书

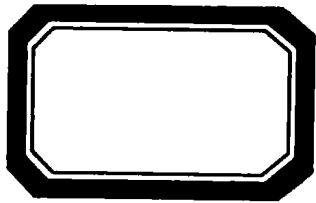
QUALITY ASSURANCE AND QUALITY CONTROL
FOR METEOROLOGY AND SOLAR RADIATION
MONITORING IN TERRESTRIAL ECOSYSTEMS

生态系统气象辐射监测 质量控制方法

胡波 刘广仁 王跃思/编著

中国环境科学出版社

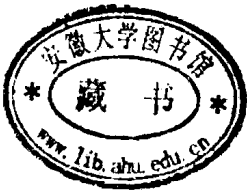
《中国生态系统研究网络（CERN）长期观测质量管理规范》丛书
中国科学院创新方向性项目（KZCX2-YW-433）资助



生态系统气象辐射监测质量控制与管理

Quality Assurance and Quality control for Meteorology and Solar
Radiation Monitoring in Terrestrial Ecosystems

胡 波 刘广仁 王跃思 编著



中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

生态系统气象辐射监测质量控制与管理/胡波, 刘广仁, 王跃思编著. —北京: 中国环境科学出版社, 2012.6

(中国生态系统研究网络(CERN)长期观测质量管理规范丛书)

ISBN 978-7-5111-0999-6

I. ①生… II. ①胡… ②刘… ③王… III. ①生态系统—气象观测—数据—质量管理—中国
IV. ①Q147②P41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 090353 号

责任编辑 张维平
封面设计 玄石至上

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: gjbl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)
印装质量热线: 010-67113404

·印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2012 年 8 月第 1 版
印 次 2012 年 8 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 5.25
字 数 120 千字
定 价 18.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究】

《中国生态系统研究网络（CERN）长期观测 质量管理规范》丛书

指导委员会

于贵瑞 孙晓敏 杨林章 王跃思 李凌浩 蔡庆华

编辑委员会

主 编 袁国富 吴冬秀 于秀波

编 委（按姓氏笔画排序）：

叶 麟 韦文珊 刘广仁 宋创业 宋 歌 张心昱

胡 波 施建平 徐耀阳 唐新斋 潘贤章

序 言

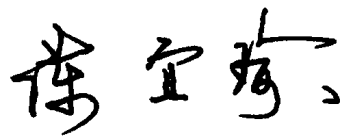
中国生态系统研究网络（CERN）从 20 世纪 80 年代末开始筹建以来，针对不同地域的典型生态系统开展了长期联网监测与研究，揭示陆地和水域生态系统演变规律，以及全球变化和人类活动对生态系统的影响和反馈。

建立科学合理的监测规范是 CERN 开展长期联网监测的一项基础性工作。为此先后出版了《中国生态系统研究网络观测与分析标准方法》丛书和《中国生态系统研究网络长期观测规范》丛书，制定了生态系统长期监测指标，规范了长期观测的场地及其设置方法，统一了观测和分析方法。

本次出版的《中国生态系统研究网络（CERN）长期观测质量管理规范》丛书则是针对 CERN 长期监测数据的质量控制和质量保证体系进行系统阐述。丛书分为 5 册，其中包括陆地生态系统水分、土壤、大气、生物要素 4 册和水域生态系统 1 册。每册均涵盖 CERN 质量管理体系、数据产生过程质量保证与质量控制、数据审核与评估、质量管理相关制度等 4 个部分，系统阐述了 CERN 数据从观测计划、数据生产、数据审核到数据检验全过程的质量保证要求和质量控制方法。

该丛书是对 CERN 多年生态系统监测和数据质量管理成果和经验的系统总结，同时也借鉴了国际和国内相关的生态系统和环境长期监测质量控制方法。在此基础上形成了一套有特色的，符合 CERN 长期监测特征的质量管理规范。

该丛书是由 CERN 水、土、气、生和水域 5 个学科分中心负责编写完成，得到 CERN 综合中心、各生态站和 CERN 科学委员会的大力支持。作为 CERN 长期联网监测规范体系的重要组成部分，该丛书将进一步完善 CERN 质量管理和数据质量体系，并为我国相关领域长期联网监测的规范化管理提供有益的参考。



CERN 科学委员会主任

中国科学院院士

2012 年 7 月

前 言

中国生态系统研究网络（CERN）长期监测与数据管理是 CERN 平台的三大核心任务之一，CERN 制定了《长期生态研究观测指标体系》，编写了《中国生态系统研究网络（CERN）长期观测质量管理规范》丛书，其中大气分册是《生态大气环境观测规范》。该《生态系统气象辐射监测质量控制与管理》是对大气环境监测数据质量管理方法的探讨（只涉及气象和辐射要素，大气化学要素监测内容另书讨论在本书中不予赘述），服务于 CERN 气象和辐射观测要素的数据质量管理，对 CERN 的气象辐射监测数据质量控制提供理论指导。监测指标、观测规范、数据质量管理，三个系列丛书是 CERN 体系完整的体现，CERN 工作人员、监测人员从中可以了解 CERN 气象监测的科学基础、技术水平、观测方法、组织结构和管理、数据的产生和处理方法以及使用方法，从而提高监测水平，进而更好地为科学研究提供服务。

通过中科院二期方向性项目“CERN 生态环境数据管理共性关键技术研究”的实施，针对 CERN 长期监测和管理工作，修订了长期监测指标体系，制定了监测规范，极大地促进了长期监测数据的完整性、科学性和合理性；同时开发了 CERN 数据管理平台，制定了数据共享规范，为 CERN 长期监测数据的管理和应用提供了技术手段；另外，整理了 CERN 历史监测数据，建立了若干专题数据库，对 CERN 监测数据的挖掘做了初步的工作。随着 CERN 监测数据的逐年增加，需要建立全面的 CERN 长期监测数据质量保证体系和质量控制方法以完善 CERN 长期监测与数据管理任务。利用长期观测数据挖掘信息，开发有用的数据产品，为我国生态系统和环境变化评估提供数据支撑。总结 CERN 多年数据质量控制与保障的经验，通过专家咨询、借鉴国内外的质量保证研究成果，针对 CERN 特点，建立的 CERN 气象辐射监测质量控制与管理框架。

《生态系统气象辐射监测质量控制与管理》编写遵从气象行业准则，采用的方法源自世界气象组织“气象仪器和观测方法指南”（WMO, No.8, 1992）、中国气象局编《地面气象观测规范》（2004 年版）、环境空气质量标准分析方法等文献，部分章节直接选

用《地面气象观测规范》，并根据最新文献和实际需要对手续方法和观测要求进行了必要的修改和简化。本书力图给读者解析 CERN 生态气象辐射观测全貌，特别对长期监测质量控制（QC）和质量保证（QA）有详尽的了解，为台站人员保证数据质量提供有效的帮助。

本书分为三个部分，首先叙述陆地生态系统大气长期监测质量管理的目标、任务和质量管理体系的建立；其次，从数据产生过程的关键环节着手，详细描述了监测系统的顶层设计、技术条件和仪器，监测系统的运行、维护以及传感器的定期更换标定等；归纳了数据管理系统，提出了相应要素的数据质量控制方法，对 CERN 生态系统的气象辐射观测 QC/QA 作阐述；最后，根据 CERN 长期观测数据质量控制的经验，归纳总结数据检验和质量评估方法，并制定了相关的数据规范。本书可供气象辐射、农业、生态环境监测等行业部门、科研院所和大专院校相关人员参考使用。

遵照本书的 CERN 野外实验站均可以顺利完成生态气象和辐射长期观测和数据质量管理任务。

中国科学院创新项目“长期生态监测数据质量控制与数据开发的方法和关键技术研究”项目（编号 KZCX2-YW-433-04）给予资金支持。

本书由 CERN 大气科学分中心组织撰写，编著人员：胡波、刘广仁、王跃思。

目 录

1	总 纲.....	1
1.1	适用范围	1
1.2	规范性引用文件	1
1.3	CERN 的 QC/QA 体系	2
1.4	气象辐射监测质量控制的目的与任务	3
1.5	气象辐射监测质量控制的要求	3
1.6	术语和定义	3
2	生态系统气象辐射监测技术	5
2.1	生态系统气象辐射监测指标	5
2.2	观测仪器的选定	7
2.2.1	CERN 人工观测仪器	8
2.2.2	CERN 自动气象站	8
2.2.3	CERN 小气候观测仪器	9
2.3	观测场地	9
2.3.1	气象辐射观测场地	9
2.3.2	小气候观测场地	10
2.4	场地设置的质量保证与质量控制措施	11
2.4.1	观测场地	11
2.4.2	观测场内仪器设施的布置	11
2.5	观测仪器标准	13
2.5.1	标准仪器	13
2.5.2	工作标准比对表	15
2.5.3	标准监测计量仪器	15
3	生态气象辐射传感器标定/校准	16
3.1	常规气象仪器标定	16
3.2	总辐射传感器标定	16
3.2.1	总辐射表标定原理	16
3.2.2	总辐射表标定方法	20

3.3 紫外辐射传感器标定	22
3.3.1 紫外辐射表标定原理	22
3.3.2 紫外辐射表标定方法	25
3.4 净辐射传感器标定	30
3.4.1 净辐射表标定方法	30
3.5 光合有效辐射传感器标定	31
3.5.1 光合有效辐射表标定原理	31
3.5.2 光合有效辐射表标定方法	32
3.6 观测仪器管理的技术规范	37
3.6.1 标准仪器管理	37
3.6.2 观测仪器管理	37
4 CERN 生态气象辐射观测数据质量控制原理	39
4.1 CERN 大气环境监测数据误差来源	39
4.2 CERN 气象要素质量控制标准	40
4.3 地基辐射观测数据质量控制研究现状	40
4.4 CERN 辐射要素观测数据质量控制标准	41
4.4.1 总辐射观测数据质量控制的极值控制原理	42
4.4.2 紫外辐射观测数据质量控制的极值控制原理	45
4.4.3 光合有效辐射观测数据质量控制的极值控制原理	46
4.4.4 其他辐射观测数据的质量控制原理	46
5 CERN 生态气象辐射观测数据质量控制方法	47
5.1 地面常规气象要素数据质量控制方法	47
5.1.1 界限值检查	47
5.1.2 值域检查	47
5.1.3 气候学界限制检查	47
5.1.4 变化范围检查	48
5.1.5 内部一致性检查	48
5.1.6 时间一致性检查	49
5.1.7 空间一致性检查	49
5.2 地面辐射数据质量控制方法	49
5.2.1 界限值检查	49
5.2.2 变化幅度检查	50
5.2.3 内部一致性检查	50
5.2.4 时间一致性检查	51
5.2.5 质量标示	51
5.3 CERN 辐射观测数据质量保证方法	51

6 CERN 大气环境监测数据质量管理体系	52
6.1 CERN 三级管理	52
6.2 大气科学分中心的管理职责	53
6.3 生态站的管理职责	55
6.4 大气环境监测数据录入过程质量保证	59
7 气象辐射监测质量控制技术	60
7.1 数据前期质量控制	60
7.2 数据后期质量控制	61
7.2.1 质量控制软件简介	61
7.2.2 检查过程出现问题的个例分析	65
7.2.3 自动观测与人工观测数据差异	67
7.3 数据库	68
参考文献	69

1 总 纲

1.1 适用范围

本质量管理方法规定了生态系统研究站按照《长期生态研究观测规范》进行生态系统气象辐射监测质量管理的方法及各项规定。

本方法适用于中国生态系统研究网络（简称 CERN）各野外生态实验站。

各野外生态实验站的生态气象辐射监测质量管理，除执行本管理方法的规定外，还应符合现行国家和部委有关标准的规定。

1.2 规范性引用文件

QX/T 45—2007	地面气象观测规范	第 1 部分：总则
QX/T 46—2007	地面气象观测规范	第 2 部分：云的观测
QX/T 47—2007	地面气象观测规范	第 3 部分：气象能见度观测
QX/T 48—2007	地面气象观测规范	第 4 部分：天气现象观测
QX/T 49—2007	地面气象观测规范	第 5 部分：气压观测
QX/T 50—2007	地面气象观测规范	第 6 部分：空气温度和湿度观测
QX/T 51—2007	地面气象观测规范	第 7 部分：风向和风速观测
QX/T 52—2007	地面气象观测规范	第 8 部分：降水观测
QX/T 53—2007	地面气象观测规范	第 9 部分：雪深和雪压观测
QX/T 54—2007	地面气象观测规范	第 10 部分：蒸发观测
QX/T 55—2007	地面气象观测规范	第 11 部分：辐射观测
QX/T 56—2007	地面气象观测规范	第 12 部分：日照观测
QX/T 57—2007	地面气象观测规范	第 13 部分：地温观测
QX/T 58—2007	地面气象观测规范	第 14 部分：冻土观测
QX/T 59—2007	地面气象观测规范	第 15 部分：电线积冰观测
QX/T 60—2007	地面气象观测规范	第 16 部分：地面状态观测
QX/T 61—2007	地面气象观测规范	第 17 部分：自动气象站观测
QX/T 62—2007	地面气象观测规范	第 18 部分：月地面气象记录处理和报表编制
QX/T 63—2007	地面气象观测规范	第 19 部分：月气象辐射记录处理和报表编制
QX/T 64—2007	地面气象观测规范	第 20 部分：年地面气象资料处理和报表编制

- QX/T 65—2007 地面气象观测规范 第 21 部分：缺测记录的处理和不完整记录的统计
- QX/T 66—2007 地面气象观测规范 第 22 部分：观测记录质量控制
- QX/T 117—2010 地面气象辐射观测资料质量控制
- QX/T 118—2010 地面气象观测资料质量控制
- QX/T 118—2010 气象数据归档格式 地面

1.3 CERN 的 QC/QA 体系

CERN 具有先进的顶层设计规划，CERN 自组建起就强调仪器、设备和方法的标准化、规范化和统一，强调观测数据的真实性和可靠性，数据格式统一，并严格实行台站—分中心—综合中心三级数据管理。保证了台站获得观测数据具有可比性，以获得最大限度的共享和综合分析研究。CERN 的监测与数据质量管理体系如图 1-1 所示。

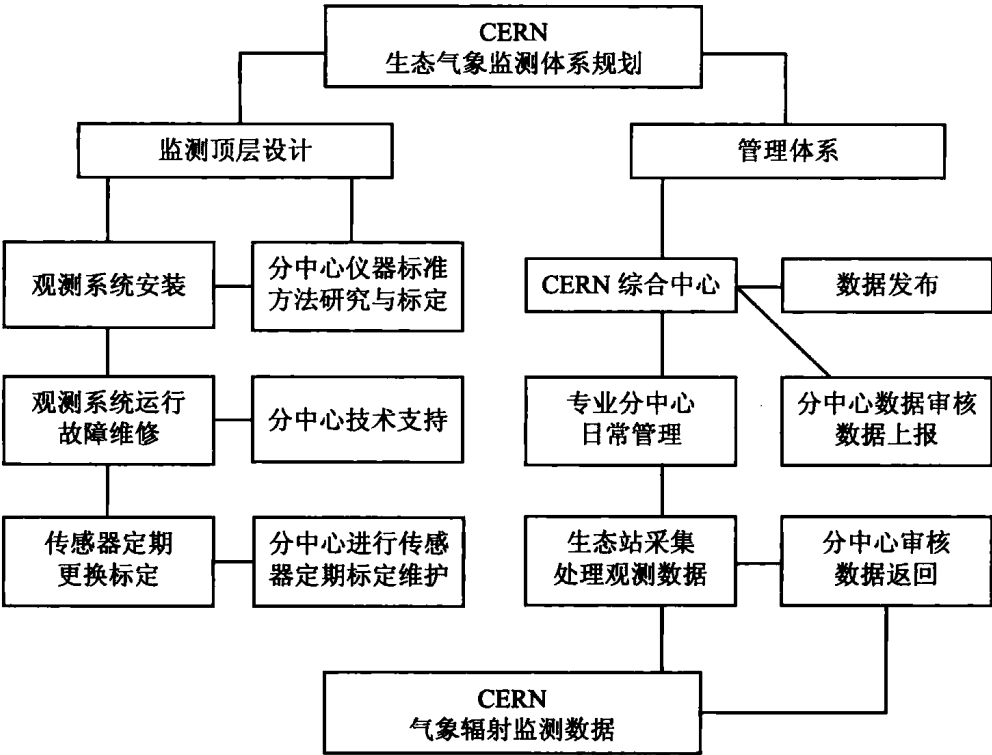


图 1-1 CERN 气象辐射数据管理流程

图 1-1 中清晰地展示了 CERN 气象辐射数据管理的流程，CERN 气象辐射数据由两个核心模块构成。一是气象辐射监测系统，包括监测系统的顶层设计、技术条件和仪器，监测系统的运行、维护以及传感器的定期更换标定等；二是数据管理系统，CERN 气象辐射数据执行三级管理，主要包括管理手段和相关数据处理技术（软件）等。监测系统和数据管理系统共同/协调运行保证了 CERN 气象辐射数据的数量和质量，监测数据最终由综合中心统一发布。我们按照这个系统图，分别就硬件部分和软件管理部分，对 CERN 生态系统的气象辐射观测 QC/QA 作阐述。

1.4 气象辐射监测质量控制的目的是与任务

贯彻执行 CERN 观测规范, 保证 CERN 监测指标任务的完成, 确保长期观测的规范性、可靠性、可比性和完整性, 为长期生态学研究和国家决策提供数据支持和相关信息服务。大气环境监测要素是能够标示大气环境状况的基本物理量和基本天气现象, 包括常规的气象要素、太阳辐射以及大气成分的变化。

- 准确性——观测结果真实记录反映观测站点实际气象状况, 即测量值与真实值的符合程度;
- 可比性——不同地方的大气环境观测站在同一时间观测的同一要素值, 或者同一观测站点在不同时间观测的同一要素能够进行比较, 从而能够分别表示出气象要素的地区分布特征和随着时间变化的规律;
- 完整性——对数据产生背景和方法的详细描述;
- 代表性——观测记录不仅要反映监测站点的气象状况, 还应该能够代表周围一定范围内的平均气象状况。

1.5 气象辐射监测质量控制的要求*

观测记录质量控制的目的是确定正确的记录, 找出缺测记录、错误记录、可疑记录, 并对这些记录作出标识或使用尽可能准确的值来代替。通过数据质量控制, 使数据具有更好的代表性、准确性、比较性。观测数据质量控制分实时控制和非实时控制。实时控制就是对自动观测系统采集的数据进行检查, 保证记录数据的准确性; 非实时控制是对观测数据及统计值进行检测, 进一步保证资料的质量。

实时控制包括采样值的质量控制和瞬时值的质量控制; 非实时质量控制是对观测记录进行包括气候学界限值检查、逻辑检查、气候极值检查、内部一致性检查、时间一致性检查。

1.6 术语和定义**

(1) 质量控制

观测记录达到所要求质量的操作技术和活动。

(2) 气候学界限值

从气候学的角度不可能出现的气象要素的临界值。

(3) 气候极值

在固定地点的气象台站历史上曾出现过的最大(小)值或在一定时间范围内出现概率很小的气象记录。

(4) 地面气象观测资料

反映距离地球陆地面一定范围内的气象状况及其变化过程的观测数据。在本书中涉及

* 该部分来自中华人民共和国气象行业标准地面气象规范第 22 部分: 观测记录质量控制。

** 术语部分主要引自中华人民共和国气象行业规范。

的地面气象观测资料包括：天气现象、气压、空气温度和湿度、风向和风速、降水、日照、蒸发、土壤热通量、地表温度、浅层和深层地温、雪深、冻土。

(5) 地面气象辐射观测资料

地面观测中用于表征到达地球表面以及从地球表面发射的各种辐射量数据。在本书中涉及的地面气象辐射观测资料包括：总辐射、反射辐射、净辐射、紫外辐射($0.29\sim 0.4\ \mu\text{m}$)、光合有效辐射($0.4\sim 0.7\ \mu\text{m}$)。

(6) 数据定义

数据是指科学实验、检验、统计等所获得的和用于科学研究、技术设计、查证、决策等的数值。数据具有数值属性、物理属性。在数据处理上数据又具有集合性、隶属性、稳定性、方便性、重复性、共同性、指向性以及运算规则及运算约束。

(7) 气象数据

气象数据可分为气候资料和天气资料。气候资料：它通常所指的是用常规气象仪器所观测到各种原始资料的集合以及加工、整理、整编所形成的各种资料。但随着现代气候的发展，气候研究内容不断扩大和深化，气候资料概念和内涵得以进一步的延伸，泛指整个气候系统的有关原始资料的集合和加工产品。

天气资料：天气资料是为天气分析和预报服务的一种实时性很强的气象资料。天气资料和气候资料的主要区别是：天气资料随着时间的推移转化为气候资料，气候资料的内容比天气资料要广泛得多，气候资料是长时间序列的资料，而天气资料是短时间内的资料。

在本书中气象数据是指是用常规气象仪器所观测到各种原始资料的集合以及加工、整理、整编所形成的各种资料。

(8) 原数据

地面观测中直接通过数据采集器获得的传感器的数值，观测人员观测人工记录的文档。

(9) 数据规范报表

CERN 台站每年的自动观测数据、人工观测记录和有关文字资料按照统一规定的报表格式经加工整理后形成的记录报表。具体规范见《中国生态系统研究网络(CERN)长期观测质量管理规范》丛书《生态系统大气环境观测规范》。

(10) 站区

CERN 野外台站所在区域，包括监测样地、台站办公、生活等区域。

(11) 综合实验场

CERN 野外台站中用于开展气象辐射长期监测的实验场地。

(12) 小气候

小气候是指在大气背景背景下，由于下垫面的不均一性以及人类和生物活动所产生的近地层和土壤上层中的小范围气候特征。通常情况下，小气候是在特定的自然景观和大气背景背景下产生的局部气候。按照气候研究的尺度来划分，小气候所涉及的水平范围和垂直范围都不大，其水平尺度约为 $10\sim 10^4\text{m}$ ，垂直尺度为 $10^{-1}\sim 10^2\text{m}$ 。

与区域长期气候不同，小气候具有自身固有的特点，小气候观测的主要观测要素在辐射通量、热通量、水气通量等特征量，小气候要素具有强烈的日变化和脉动性质，其垂直梯度一般大于水平尺度，而且垂直梯度具有明显的日变化特征。

2 生态系统气象辐射监测技术

2.1 生态系统气象辐射监测指标

科学的设计是长期环境监测的首要保证条件，CERN 监测指标的科学设计具有至关重要的意义。CERN 的生态大气环境观测的指标设计既要满足生态系统研究的需要，又要具有良好的可操作性，符合当前世界相关专业观测技术和研究要求。生态气象辐射监测指标由气象观测指标、辐射观测指标、小气候观测指标组成。气象观测设计有常规气象人工观测和自动气象站观测，自动观测是生态观测研究的主要手段，而对气象观测中的某些不能完全由自动观测替代的观测要素和目前自动观测长期可靠性和准确性较差的要素采用人工观测。CERN 强调气象人工观测和观测日记的重要性并对此规范了观测的具体要求。

(1) 常规气象要素人工观测指标

表 2-1 常规气象要素人工观测指标

指标	观测项目	频度和位置	备注
天气现象 天气状况	总云量	3 次/d (8, 14, 20 时)	目测 观测日记
	下垫面状况	3 次/d (8, 14, 20 时)	
	太阳面状况	3 次/d (8, 14, 20 时)	
气压	气压	3 次/d (8, 14, 20 时)	气压表
风	风向	3 次/d (8, 14, 20 时)	10 m 风杆, 电接风向风速计
	风速	3 次/d (8, 14, 20 时)	
空气温度	定时温度	3 次/d (8, 14, 20 时)	百叶箱内测量
	最高温度	1 次/d (20 时)	最高温度表
	最低温度	1 次/d (20 时)	最低温度表
空气湿度	相对湿度	3 次/d (8, 14, 20 时)	百叶箱内测量 干湿球温度表 毛发湿度表 (结冰期)
降雨	总量	降雨时测, 2 次/d (8, 20 时)	雨量筒
雪	初雪	1 次/a	北方站测
	终雪	1 次/a	
	雪深	有降雪测, 1 次/d (8 时)	

指标	观测项目	频度和位置	备注
霜	初霜	1 次/a	北方站测
	终霜	1 次/a	
蒸发	蒸发	1 次/d (20 时)	大型蒸发皿
地表温度	定时地表温度	3 次/d (8, 14, 20 时)	水银地温表
	最高地表温度	1 次/d (20 时)	最高温度表
	最低地表温度	1 次/d (20 时)	最低温度表
日照	日照时数	1 次/d (日落)	日照计
冻土	冻土	1 次/d (8 时)	冻土区测

(2) 常规气象要素自动观测指标

表 2-2 常规气象要素自动观测指标

指标	测定项目	频度和位置
气压	气压	1 次/h 距地面小于 1 m
风	风向 风速	1 次/2 min (或 1 次/10 min, 或 1 次/h) 10 m 风杆
空气温度	定时温度 最高温度 最低温度	1 次/h 距地面 1.5 m
空气湿度	相对湿度	1 次/h 距地面 1.5 m
降雨	总量 强度	1 次/h 记录连续时间 距地面 0.5 m
微弱雨	感雨计	距地面 1.5 m
地表温度	定时地表温度 最高地表温度 最低地表温度	1 次/h 地表面 0cm 处
地温	土壤温度	1 次/h 地表面以下 (5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 40 cm, 60 cm, 100 cm 处)
辐射	总辐射 反射辐射 净辐射 紫外辐射 (UV) 光合有效辐射 直接辐射* 散射辐射* 紫外辐射 (UVB) *	1 次/h 距地面 1.5 m
土壤热通量	土壤热通量	1 次/h 地表面以下 3 cm 处
日照时数	日日照时数	1 次/min 距地面 1.5m

注：* 选择项，条件具备时观测。

(3) 小气候观测指标

表 2-3 小气候自动观测指标

项目	频度和位置
温度	1 次/ min 植冠层上方 0.5 m、1.0 m、2.0 m、4.0 m 高度处
湿度	1 次/min
风速	植冠层上方 0.5 m、1.0 m、2.0 m、4.0 m 高度处
风向*	观测塔最高处
总辐射*	1 次/ min 小气候观测塔顶部
光合有效辐射*	
紫外辐射 (UV) *	
反射辐射	
净辐射	
植株间光合有效辐射**	1 次/ min 植株间近地面
土壤热通量	1 次/ min 地面以下 3 cm 处
地表温度	1 次/ min 地面 0 cm 处
土壤温度	1 次/min 地面以下 (5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 40 cm, 60 cm, 100cm 处)
土壤水分	1 次/min, 10 ~300 cm (任 10 cm 间距可调)
降雨*	植冠层上方 0.5 m
超声风速仪**	植冠层上方适当高度
CO ₂ /H ₂ O 测试仪**	

注：（1）小气候观测在作物生育期内进行，测试频度 1 次/min。
（2）若设立小气候辅助观测点，其观测设置、方法与主观测点相同。
* 号项表示如果小气候观测点与常规气象观测场设在同一地块，可以不进行此项要素的重复观测。
** 选择项，条件具备时执行。

2.2 观测仪器的选定

仪器的选择原则必须符合环境观测的要求，并且尽可能采用先进技术，选择国家认证的观测仪器，按规定定期标定。本系统能够掌握和控制仪器的校准方法和操作。在 CERN 观测系统中采用统一的观测技术开展监测，其优越性为：保证了观测数据的可比性、一致性，并有利于数据的共享与联网研究；降低维护维修成本，便于长期运行。