

《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 OF
DATA FOR LONG-TERM BIOLOGICAL OBSERVATION
IN TERRESTRIAL ECOSYSTEMS

陆地生态系统生物观测数据 质量保证与质量控制

吴冬秀 韦文珊 宋创业 等/编著

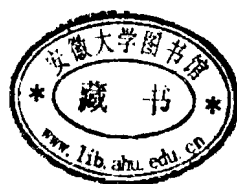
中国环境科学出版社

《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

陆地生态系统生物观测 数据质量保证与质量控制

**Quality Assurance and Quality Control of Data for Long-term
Biological Observation in Terrestrial Ecosystems**

吴冬秀 韦文珊 宋创业 等 编著



中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

陆地生态系统生物观测数据质量保证与质量控制/
吴冬秀, 韦文珊, 宋创业等编著. —北京: 中国环境
科学出版社, 2012.4

(中国生态系统研究网络 (CERN) 长期观测质量管理
规范丛书)

ISBN 978-7-5111-0961-3

I. ①陆… II. ①吴…②韦…③宋… III. ①陆地—
生态系统—观测—数据—质量管理—中国 IV. ①P942

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 062335 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 北京中科印刷有限公司
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 11.25
字 数 250 千字
定 价 36.00 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

《陆地生态系统生物观测数据质量保证与质量控制》

编写组

主 编 吴冬秀

副主编 韦文珊 宋创业 张 琳

编写人员 (以姓氏拼音为序)

白 帆 陈 辉 崔清国 邓晓保 邓 云

樊月玲 付 昀 郭学兵 韩联宪 李跃林

宋创业 苏宏新 王吉顺 韦文珊 吴冬秀

徐广标 颜绍馥 张代贵 张 琳 张万红

周丽霞

《陆地生态系统生物观测数据质量保证与质量控制》

评审专家委员会

主 任 李凌浩

委 员 (以姓氏拼音为序)

陈佐忠 黄建辉 贺金生 何维明 胡良霖

梁银丽 李凌浩 潘庆民 武兰芳 谢小立

谢宗强 于贵瑞

序 言

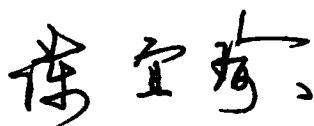
中国生态系统研究网络（CERN）从 20 世纪 80 年代末开始筹建以来，针对不同地域的典型生态系统开展了长期联网监测与研究，揭示陆地和水域生态系统演变规律，以及全球变化和人类活动对生态系统的影响和反馈。

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 25 日

前 言

数据质量是观测工作的生命。中国生态系统研究网络（CERN）建立之初就非常重视对长期联网观测数据的质量管理，组建了由生态站、学科分中心、综合中心、领导小组办公室/科学委员会多级机构组成的质量管理体系，制定了统一的观测指标，配置了统一的仪器设备。为了保证长期观测方法的规范性和统一性，1996年CERN组织专家编写出版了《陆地生物群落调查观测与分析》，1998年，CERN又组织专家编写了一套野外操作手册，包括《森林生态站监测手册》、《草地生态站监测手册》和《农田生态站监测手册》。在2007年，基于近10年的工作积累，又编写出版了《陆地生态系统生物长期观测规范》。经过20多年的不断完善，CERN目前的质量管理体系已经相对完备，然而与数据质量管理相关国际/国家标准、国际上相关观测网络相比，还存在一定差距，其中一个比较突出的问题是，CERN质量管理体系文件不够完备和系统。

按照质量管理体系国际/国家标准，本书对质量管理文件体系各部分内容进行了完善或者补缺。全书基本按照质量管理各过程环节的顺序进行编排，共10章。全书内容可分为两大类，一类是对CERN成功经验和相关文献的总结，即CERN实际运行中已经有相对规范的操作和成熟的经验，但没有形成文本化的质量管理文件或者现行质量管理文件不够全面和细化，作者基于现行操作规程、经验和相关文献，结合现代质量管理相关研究进展和标准，总结形成相对完善和系统的文本化质量管理文件，如第2章、第4~7章、第8~10章部分内容；另一类是基于研究对CERN缺失质量文件的初步补充，相关内容具有一定探索性，有待经过实践检验和完善，如第3章、第8~10章部分内容。本书内容与以前发布的制度性文件、规范性书籍和手册等一起组成CERN生物观测数据质量管理文件体系，可为CERN生物观测数据质量保证和质量控制提供指导和依据，为CERN生物观测技术人员提供培训教材，为CERN生物观测数据使用者提供帮助和建立信心，也为相关研究和实践提供参考。

本书由吴冬秀任主编，韦文珊、宋创业、张琳任副主编，负责大纲设计、主要章节撰写和全书统稿，参加编写人员多达20人。各章编写人员如下：第1~2章，

吴冬秀(负责人)、宋创业;第3章,吴冬秀;第4章,韦文珊(负责人)、白帆、王吉顺;第5章,韦文珊(负责人)、白帆(5.2, 5.3)、陈辉(5.4)、邓晓保(5.3, 5.4)、苏宏新(5.5)、徐广标(5.2, 5.6)、李跃林(5.7)、崔清国(5.8)、韩联宪(5.9)、张万红(5.10)、樊月玲(5.10)、王吉顺(5.11)、张代贵(5.12)、吴冬秀(5.12);第6章,张琳(负责人)、邓晓保、付昀、周丽霞;第7章,韦文珊(负责人)、吴冬秀;第8章,宋创业(负责人)、韦文珊、吴冬秀、颜绍馥、郭学兵、邓云;第9章,宋创业(负责人)、吴冬秀;第10章,宋创业(负责人)、付昀、韦文珊。

编写第5~6章时,曾向CERN生态站广泛征集稿件,共有20多人供稿,由于篇幅和内容上的限制,有10多人的稿件没有在本书体现,但他们对书稿同样具有重要贡献。书稿在编写过程中,先后多次召开编写讨论会,与会专家对书稿提出了很多宝贵意见。此外,CERN生物分中心的研究生施慧秋参加了书稿的大部分画图、格式编排、文字修改、文献录入等工作。特此致谢!

由于编者水平有限,书中错误和疏漏一定不少,希望使用者提出宝贵意见,以便进一步修订和完善(电子邮件发至:wudx@ibcas.ac.cn)。

《陆地生态系统生物观测数据质量保证与控制》编写组
2012年2月于北京

目 录

1 绪 论.....	1
1.1 生物长期观测与数据质量.....	1
1.1.1 生物长期观测.....	1
1.1.2 数据质量的重要性.....	2
1.2 数据质量研究进展.....	2
1.2.1 概述.....	2
1.2.2 数据质量概念.....	3
1.2.3 全面数据质量管理.....	3
1.2.4 数据质量相关标准.....	4
1.3 质量管理体系.....	4
1.3.1 质量管理体系的定义与内涵.....	5
1.3.2 质量管理相关术语.....	6
1.3.3 质量管理体系文件.....	7
1.3.4 质量管理体系建立的步骤.....	8
1.3.5 长期观测数据质量管理体系案例.....	8
参考文献.....	11
附表 1-1 EPA 质量管理文件列表.....	13
2 CERN 生物长期观测质量管理体系.....	15
2.1 发展历程.....	15
2.2 CERN 生物长期观测质量目标.....	17
2.2.1 CERN 生物长期观测的内容.....	17
2.2.2 CERN 生物长期观测的特点.....	18
2.2.3 CERN 生物长期观测的质量目标.....	18
2.3 组织机构与职责分工.....	19
2.4 资源配置.....	20
2.5 过程管理.....	20
2.5.1 生物观测指标和规范制定.....	21
2.5.2 样地设置与维护.....	21

2.5.3 数据获取与检查	21
2.5.4 数据审核与质量评价	22
2.5.5 数据建库与共享	23
2.5.6 工作督察与评价	23
2.6 质量管理文件	23
参考文献	24
附表 2-1 “_____站生物长期监测质量管理手册”大纲	24
3 生物观测数据质量要求	26
3.1 数据质量维度研究进展	26
3.1.1 理论研究进展	27
3.1.2 应用领域进展	31
3.1.3 质量维度术语应用分析	33
3.2 生物长期观测数据质量维度体系构建	34
3.2.1 生物长期观测数据的特点	34
3.2.2 构建思路	34
3.2.3 构建过程	35
3.3 生物长期观测数据质量维度体系	37
3.3.1 数据实体方面的数据质量	37
3.3.2 元数据方面的数据质量	41
参考文献	42
附表 3-1 文献中的数据质量维度指标清单	44
附表 3-2 数据质量问卷调查系列表	49
附表 3-3 生物观测数据质量维度调查汇总表	51
4 年度任务管理	53
4.1 年度任务管理责任制	53
4.2 年度任务管理要求	54
4.3 年度任务管理内容	54
4.4 年度任务管理依据	54
4.4.1 CERN 生物观测任务	55
4.4.2 生物观测关键环节工作要点	55
4.5 年度任务管理案例	56
5 野外观测过程的质量控制	64
5.1 共性质控措施	64
5.2 乔木每木调查	66
5.2.1 胸径测量	66
5.2.2 树高测定	68

5.2.3 其他注意事项	69
5.3 乔/灌木生物量模型	70
5.3.1 标准木选择	70
5.3.2 样品采集和称量	71
5.3.3 生物量模型的建立	73
5.4 林冠郁闭度	74
5.4.1 林冠郁闭度和冠层覆盖度的区别	74
5.4.2 乔木层郁闭度测定	75
5.4.3 树冠照光指数	76
5.5 森林叶面积指数	76
5.5.1 方法概述	78
5.5.2 有效叶面积指数 (LAI _e) 观测的质控措施	79
5.5.3 对测定方法的建议	80
5.6 凋落物回收与现存量	80
5.6.1 凋落物回收量季节动态	80
5.6.2 凋落物现存量测定	81
5.6.3 其他注意事项	82
5.7 枯立木和倒木生物量	82
5.7.1 概念	82
5.7.2 调查方法	82
5.8 荒漠土壤种子库	84
5.8.1 样品采集	85
5.8.2 种类分离	85
5.9 鸟类种类与数量	86
5.9.1 调查时间	87
5.9.2 调查方法	87
5.10 作物叶面积动态	91
5.10.1 方法概述	91
5.10.2 叶面积测定	92
5.11 作物根生物量	95
5.11.1 取样方法概述	96
5.11.2 挖掘法	96
5.11.3 根钻法	98
5.12 植物数字图像标本制作	101
5.12.1 概念	101
5.12.2 植物数字图像标本制作规范	102
参考文献	107

6 样品采集和室内分析过程的质量控制	109
6.1 样品采集质量控制	109
6.1.1 森林植物元素含量测定的样品采集	109
6.1.2 土壤微生物土壤样品采集、运输与储存	111
6.2 室内分析质量控制	113
6.2.1 共性质控措施	113
6.2.2 土壤微生物分析	119
6.3 委托测试的质量控制	127
参考文献	128
7 生物观测数据整理与填报	130
7.1 原始记录的信息检查与补充	131
7.2 数据录入与数据表转换	132
7.3 固定对应数据填写与派生数据计算	133
7.4 数据检查	133
7.5 数据上报与复核	134
8 生物观测数据审核	135
8.1 生态站数据审核	135
8.1.1 审核人员	135
8.1.2 审核流程	136
8.1.3 审核时效性	136
8.1.4 审核内容	136
8.1.5 审核方法	137
8.2 生物分中心数据审核	138
8.2.1 审核人员	138
8.2.2 审核流程	138
8.2.3 审核内容	138
8.2.4 审核方法	139
8.3 综合中心数据审核	146
8.3.1 审核人员	147
8.3.2 数据审核内容	147
8.3.3 审核方法	148
参考文献	149
9 生物观测数据质量评价	150
9.1 单维度评价	150
9.1.1 正确性	151
9.1.2 准确性	152

9.1.3 一致性	152
9.1.4 完整性	153
9.1.5 可比性	153
9.1.6 连续性	154
9.1.7 元数据完整性	154
9.1.8 元数据简明性	154
9.2 综合评价	154
9.3 评价报告	154
参考文献	155
10 生物观测数据质量管理制度	156
10.1 制度建设原则与制度框架体系	156
10.2 人员管理制度	157
10.2.1 人员配置	157
10.2.2 人员资质	158
10.2.3 人员培训	158
10.3 方法与流程管理制度	158
10.3.1 野外观测与采样	158
10.3.2 样品的运输与保存	159
10.3.3 室内样品分析	159
10.3.4 数据填报和审核	159
10.3.5 数据文件管理	160
10.4 仪器设备管理制度	160
10.4.1 购置	161
10.4.2 标识和管理	161
10.4.3 检定和校正	161
10.5 档案管理制度	161
10.6 督察考核制度	162
10.6.1 内部督察考核	162
10.6.2 外部督察考核	162
参考文献	163

1 绪论*

1.1 生物长期观测与数据质量

1.1.1 生物长期观测

生物长期观测指服务于生态系统研究、对生态系统重要生物成分的长期定位观测。一般要求有固定的观测样地，并采用统一的观测方法。观测内容主要为植物群落种类组成与结构、植物群落物质生产与循环、动物群落种类组成与结构、微生物种类组成与结构等。习惯上也称为“生物长期监测”或“生物监测”。生物是生态系统的核心成分，是生态系统结构与功能的直接体现者和实现者。因此，无论是对生态系统动态的跟踪，还是对生态系统过程机制的研究，都离不开对生物的观测，生物观测是生态系统长期观测与研究的主题和核心。

中国生态系统研究网络（Chinese Ecosystem Research Network, CERN）始建于1988年。CERN建立的主要目的是为了监测中国生态环境变化，综合研究中国资源和生态环境方面的重大科学问题，发展资源科学、环境科学和生态学。CERN的核心任务之一是对我国主要类型生态系统的生物组分和土壤、水分、大气环境要素进行长期联网观测，获取生态系统动态变化的长时间序列数据，揭示其不同时期的变化规律及其驱动因素。经过20多年的发展，CERN已经成为我国生态系统观测和生态环境研究的重要基地，也是全球生态环境变化观测网络的重要组成部分（赵剑平，1994；孙鸿烈等，2005，2009；傅伯杰等，2010）。

CERN陆地生态系统生物长期联网观测开始于1998年，联网观测的目的是通过对中国典型生态系统中反映生物群落状况的重要参数（如动植物种类组成、生物量、植物元素含量等）和关键生境因子的长期观测，通过有效的质量控制措施和质量保证体系，获得真实反映主要生态系统中生物群落现状与动态变化的长期联网观测数据。观测数据可应用于：揭示各类生态系统中生物多样性和群落结构的变化规律；与环境因子的观测数据相结合，利用遥感、地理信息系统和数学模型等现代生态学研究手段，探讨有关生态过程变化的机制；为深入研究我国主要生态系统动态变化与环境变化、人类活动的关系，以及生态系统的适应性管理提供数据服务。

* 编写：吴冬秀，宋创业（中国科学院植物研究所）。

审稿：于贵瑞（中国科学院地理科学与资源研究所），李凌浩（中国科学院植物研究所）。

1.1.2 数据质量的重要性

一般而言,数据是指为反映客观世界而记录下来的可以鉴别的数字或符号,如数字、文字、图形、图像和声音等。本书中,数据主要指通过有计划的长期观测所获得的反映生态系统状态的数据,它们是长期观测工作的直接产品和阶段成果。因此,数据质量的高低直接关系着观测工作的成败,具有非常重要的意义。

生态系统长期观测数据产生周期长,数据采集需耗费大量人力、物力、财力,许多数据难以重复采集,而且,由于长期观测数据生产者和使用者往往互为分离,致使数据错误的回溯难度增加。另外,由于生态系统长期观测数据具有广泛的应用领域,如生态系统健康评价、生态环境保护决策分析等,而且往往为多用户共享,低质量数据产生的不良后果会被放大到更大的时间和空间范围。因此,对于长期观测而言,数据质量尤为重要,可以说数据质量就是长期观测工作的生命线,必须通过有效措施,保证数据可以真实、准确地反映所观测对象的特征,服务于科学研究和社会经济发展。

数据质量管理涉及技术方法、人员机构、基础设施条件等诸多方面。为了保证长期观测数据的质量,必须在质量管理相关国际/国家标准、研究成果基础上,结合生态系统长期观测数据的特点,对数据质量的各个方面开展深入研究。并基于研究,建立科学有效的数据质量管理体系,制定数据质量标准、质量评价方法等,构建系统化的质量管理文件。依据质量管理文件,以制度化、规范化的方式将数据质量管理落实到数据生产、传递和使用的各个过程、各环节和有关人员中,实现对数据质量的全面管理,从而使长期观测数据质量得到更有效的保障。

1.2 数据质量研究进展

1.2.1 概述

数据质量是一个永久的、具有普遍意义的主题。随着计算机、数据库和互联网技术的快速发展和普及应用,各种数据信息资源激增,数据质量问题逐渐凸显,数据质量的研究与控制受到前所未有的关注。用 Google 搜索关键词“data quality”,2006 年搜索结果约为 300 万条(Batini & Scannapieca, 2006),2010 年约为 1.4 亿条,2011 年约为 5.24 亿条。尽管数据质量问题很早就受到关注,但数据质量研究是一个新兴的研究领域,从事数据质量研究的学者主要来自统计学、管理学和计算机科学。20 世纪 60 年代末,统计学家最早开始对统计数据的有关质量问题开展研究。随后,80 年代初管理学家介入数据质量研究,主要关注数据生产系统的问题数据识别与消除。90 年代初,随着各类信息系统的广泛应用,计算机科学家对数据质量的定义、度量和提升等多个方面的理论与方法技术开展了广泛研究,促进数据质量研究快速发展。

数据质量研究方面,发达国家起步较早,取得了一系列重要成果。主要体现在:①数据质量的概念与内涵随着研究的深入得到不断丰富和拓展;②对数据质量维度描述开展了深入研究,提出了不同质量维度框架体系;③将数据作为产品,借鉴物质产品质量管理理论,提出了全面数据质量管理(Total Data Quality Management, TDQM);④开发了成套的

与数据质量有关的方法与工具；⑤以地理信息质量的系列国际标准为代表，逐步形成了数据质量相关的系列国际标准。美国麻省理工学院最早开展了对数据质量的系统研究，引领研究前沿，于1996年启动了“国际信息质量会议”（International Conference on Information Quality, ICIQ），每年举办，以加强数据与信息质量的研究交流。目前，数据质量研究已发展成为一门专门的学科，如美国阿肯色大学于2005年设立了信息质量硕士专业。

此外，很多发达国家政府机构对数据质量问题也非常重视。首先，政府部门积极制定法规保障数据质量。在这方面，美国作出了卓有成效的工作，建立了比较完善的有关数据质量的法规。其次，数据质量的教育、培训与咨询越来越受到重视。在发达国家，不仅有些大学设置了有关数据质量管理的课程并提供短期培训，还涌现出一批提供数据质量评估及咨询服务的公司，举办各种研讨班，进行数据质量培训已成为一种惯例。

长期以来，我国不同领域对数据质量控制的方法及过程也有很多研究和实践。如CERN自1998年开始生态系统联网观测以来，通过统一制定观测指标及其观测方法、数据规范，在数据质量控制方面积累了丰富的经验；近年来，我国发布实施了一批有关数据质量控制的国家标准。但总体来说，与发达国家相比，国内在数据质量方面无论从研究的深度、管理的强度，还是受到关注的广泛程度都存在相当的差距，我国数据质量管理理论和实践的研究力度都需要加强。

1.2.2 数据质量概念

随着相关研究的发展，数据质量在不同时期，有着不同的概念和标准。通常人们认为数据质量主要指数据的准确性（Accuracy），20世纪80年代以前，国际上对数据质量的标准基本上也是以提高数据准确性为出发点。后来发现，为了全面描述数据质量，数据质量的其他维度，如完整性（Completeness）、一致性（Consistency）等也是必不可少的，准确性不再是衡量数据质量的唯一标准。传统数据质量包括精度、一致性、完整性等数据生产过程中的其他质量要素，也称本征质量。近年来，随着信息技术的快速发展和普及应用，对数据质量概念的认识也从狭义向广义转变，对用户要求的满意程度成为衡量数据质量的重要指标，此即广义数据质量，要点是从用户或数据共享的角度出发描述数据质量。除了本征质量外，可获得性、满足用户要求程度、表述是否清晰易懂等也成为衡量数据质量的重要指标（Strong et al., 1997；姜作勤，2004；胡良霖和侯玉芳，2006）。

广义数据质量的定义也是多种多样。有些文献将数据质量直接定义为一组属性/特征，如Aebi等（1993）定义数据质量为：一致性（Consistency）、正确性（Correctness）、完整性（Completeness）、最小性（Minimality）这4个指标在信息系统中得到满足的程度。Wang和Strong（1996）将数据质量定义为“使用的适合性”（Fit for Use）。Orr（1998）将数据质量定义为“一个信息系统表达的数据视图与客观世界同一数据的距离”。根据国家标准《质量管理体系 基础和术语》（GB/T 19000—2008）对质量的定义，数据质量可定义为：“数据的一组固有特性满足要求的程度。”

1.2.3 全面数据质量管理

全面数据质量管理（TDQM）的核心是将数据作为一种特殊的产品，借鉴物质产品全面质量管理的原则、方法、指南和技术来进行数据质量管理。全面质量管理的概念是指一

个组织以质量为中心、以全员参与为基础，目的在于通过让顾客满意和本组织所有成员及社会受益而达到长期成功的管理途径。在 TDQM 研究方面，麻省理工学院取得了具有实用价值的研究成果，为 TDQM 奠定了基础，被美国国防部等多个政府机构所采用 (Wang et al., 1995; Wang, 1998; Wang et al., 2003; 胡良霖, 2009; 吴爱娜等, 2009)。

TDQM 指出数据作为一种特殊的产品，应将其作为具有生命周期的产品进行管理，要按照计划—执行—检查—行动 (Plan-Do-Check-Act, PDCA) 4 个环节管理数据产品的过程和结果，在应用中重点关注信息、技术、流程和人员管理 4 个部分。TDQM 与其他质量管理活动一样，重视实施源头治理和立足预防，是从根本上解决数据质量问题的关键。通过建立数据质量管理体系，来系统地设计、管理和控制信息链。TDQM 从产生数据的源头实施质量保证，阻止错误数据发生而不是修正产生的错误数据。一般来说，阻止错误数据发生的成本只有修正错误数据成本的 1/10 (Wang, 1998; 商广娟, 2004)。

Wang (1998) 对 TDQM 方法进行了系统阐述。他提出，一个组织如果想施行 TDQM，必须做到以下几点：①明确生产什么数据产品；②建立数据产品队伍，包括 TDQM 总负责人和技术负责人、数据生产者、数据使用者、数据管理者等；③培训全体成员；④建立持续改进制度。TDQM 方法包括定义 (Define)、量度 (Measure)、分析 (Analyze)、改进 (Improve) 4 个环节。“定义”包括定义产品的特征、定义质量要求、定义数据生产系统三部分。“量度”指根据数据产品的定义，跟踪数据的量度，监控数据质量。“分析”指分析数据质量量度结果，找出数据质量出现问题的根本原因。“改进”指根据分析的结果，提出改进措施，应用于定义环节，消除产生数据质量问题的根源。这样，通过定义、量度、分析、改进 4 个环节的反复循环，实现数据产品质量的持续改进。

1.2.4 数据质量相关标准

数据质量标准方面最具代表性的是关于地理信息质量的一系列国际标准，它们是国际标准化组织地理信息技术委员会 (ISO/TC 211) 通过多年的努力先后发布的，包括：ISO 19113—2002《地理信息 质量规则》(Geographic information-Quality principles)、ISO 19114—2003《地理信息 质量评价过程》(Geographic information-Quality evaluation procedures)、ISO 19138—2006《地理信息 数据质量的量度》(Geographic information-Data quality measures)、ISO 19115《地理信息 元数据》(Geographic Information-Metadata)。这些标准从地理信息数据质量的基本概念、评价方法，到评价结果的表述方法，都进行了完整的阐述，作出了明确的规定，是地理信息各个应用领域制定数据质量控制专用标准的基础，也是其他领域数据质量研究的重要参考 (蒋景瞳, 2008)。近年来，我国也发布实施了一批有关数据质量控制的国家标准，如《数字测绘产品质量要求 第一部分：数字线划地形图、数字高程模型质量要求》(GB/T 17941.1—2000)、《生态科学数据元数据》(GB/T 20533—2006)，以及参照相关国际标准制成的地理信息相关国家标准 (蒋景瞳等, 2008)。

1.3 质量管理体系

为了保证长期观测的数据质量，必须建立有效的数据质量管理体系。在这方面，物质产品质量管理有许多成熟的理论知识和实践经验可供借鉴。国际标准化组织质量管理和质