

CERN荒漠站和草地站生物长期监测 与植物物种多样性分析

报告人：张琳

zhanglin@ibcas.ac.cn

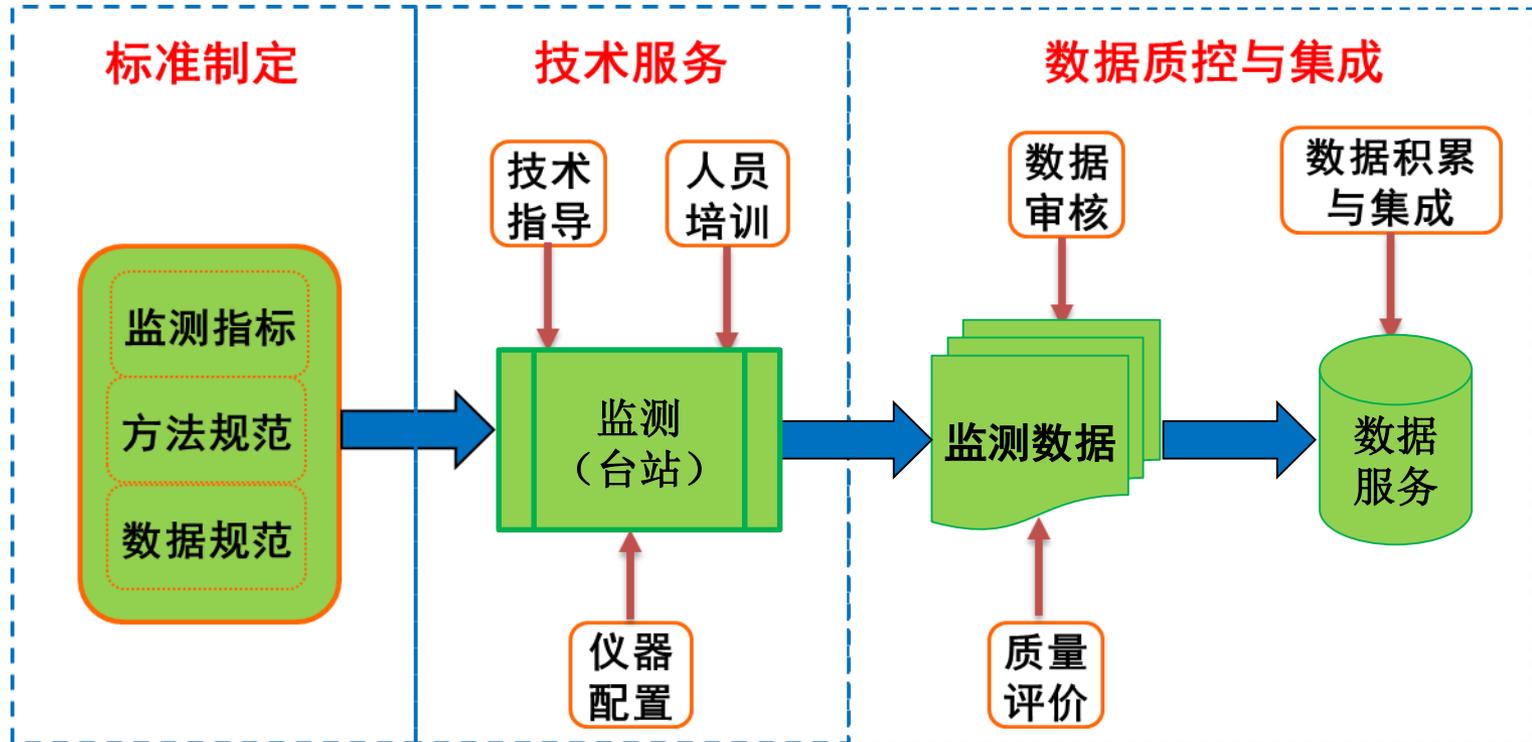
中国科学院植物研究所

CERN生物分中心

2019-10-15

CERN生物分中心

- CERN的5个学科分中心之一
- 生物监测指标与规范制定
- 数据质量控制（人员培训、仪器配置、数据审核）
- 数据集成与共享
- 联网研究



报告提纲

- 1. 生物长期监测概况
- 2. 生物长期监测数据集
- 3. 数据处理与挖掘

1. 生物长期监测概况

1998年，中国生态系统研究网络（CERN）按照统一的规范进行联网监测

生态系统类型：

森林、草地、荒漠、沼泽、农田、城市

长期观测样地：

综合观测场：研究区域最具代表性的生态系统类型，围封，1-2个

辅助观测场：其他重要代表性生态系统类型，多个

站区调查点：其他专项调查点、区域调查，不干预，多个

样地面积

台站类别	综合观测场样地	辅助观测场和站区调查点样地
森林站	100 m×100 m	40 m×40 m (雨林和季雨林) 30 m×30 m (亚热带人工林) 30 m×40 m (亚热带自然林) 20 m×30 m (温带人工林和自然林)
荒漠站	100 m×100 m	100 m×100 m (辅助观测场) 50 m×50 m (站区调查点)
草地站	200 m×200 m	200 m×200 m
沼泽站	100 m×100 m	100 m×100 m
农田站	40 m×40 m	40 m×40 m

草地荒漠站分布图

● 2个草地站

✓ 海北站

✓ 内蒙站

● 6个荒漠站

✓ 鄂尔多斯站

✓ 策勒站

✓ 阜康站

✓ 临泽站

✓ 奈曼站

✓ 沙坡头站



生物监测项目

草地

物种组成与群落特征

生物量

凋落物动态

物候

元素含量与能值

动物（蝗虫/毛虫/啮齿动物、家畜、大型土壤动物）

土壤微生物

荒漠

物种组成与群落特征

群落空间分布格局

凋落物动态

种子产量、种子库

短命植物

物候

元素含量与能值

动物（家畜、大型土壤动物）

土壤微生物

草地生态系统生物监测指标体系

项目	指标	频次
物种组成	各植物种的数量、高度、盖度、生物量等	1次/月 (生长季)
群落特征	物种数、优势种、高度、生物量、盖度等	1次/月
地下生物量	各土层根生物量	2次/年
物候	优势植物和指示植物的关键物候期	动态观测
元素含量与能值	优势植物和凋落物的C、N、P、S、Ga、Mg热值等	1次/5年
动物	蝗虫/毛虫/啮齿动物种类、数量 家畜、大型土壤动物	1次/5年
土壤微生物	土壤微生物生物量碳、氮	2次/5年, 季节动态

荒漠生态系统生物监测指标体系

项目	指标	频次
物种组成	各植物种的数量、高度、盖度、生物量等	1次/年
群落特征	物种数、优势种、高度、生物量、盖度等	1次/年
凋落物	凋落物各组分重量	1次/年
种子产量	优势植物种子产量	1次/5年
土壤种子库	土壤中各植物种有效种子量	1次/5年
短命植物生活史	短命植物种类、数量、发育动态	动态观测
物候	优势植物和指示植物的关键物候期	动态观测
元素含量与能值	优势植物和凋落物的C、N、P、S、Ca、Mg、热值等	1次/5年
动物	家畜、大型土壤动物种类、数量	1次/5年
土壤微生物	土壤微生物生物量碳、氮	2次/5年， 季节动态

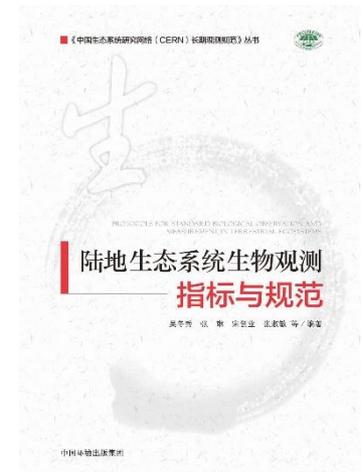
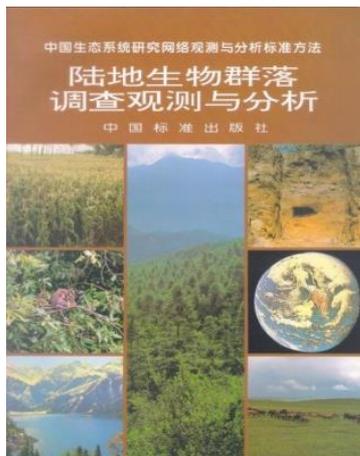
生物监测规范与质量控制

1996年出版 “监测与分析方法”

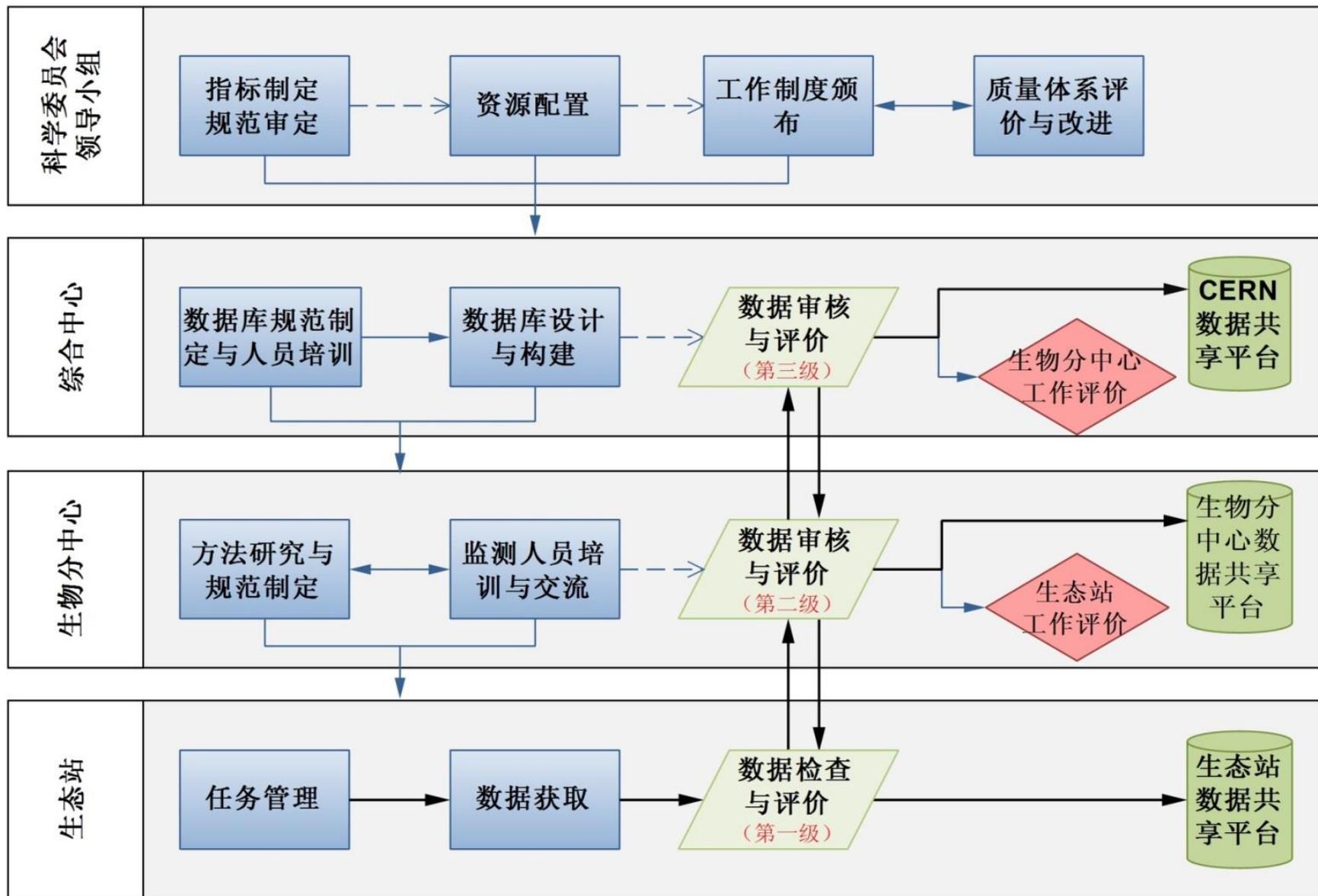
2007年出版 “观测规范”

2012年出版 “质量保证与控制”

2019年出版 “指标与规范”



生物数据审核与质量评价体系



2. 生物长期监测数据集

- 数据来源：草地、荒漠数据集来自CERN8个生态站
- 数据文件种类：
 - 1-生态系统生物观测数据（26个数据表）
 - 2-样地环境要素说明文档
 - 3-生物观测、分析说明文档
 - 4-生物观测数据质控信息表
 - 5-生物化学分析方法表
 - 6-生物观测数据集联系人信息表
- 数据量：12.5万条记录（每条记录3-10个指标）
- 时间跨度：1998-至今

生物观测数据-草地

10个数据表，6.8万条记录

数据表名称	监测频率	起始日期	记录数
种类组成	1次/月，每年	1998-2018	53109
群落特征	1次/月，每年	1998-2018	4734
地下生物量	大年：1次/月 小年：1-2次/年	2001-2018	6440
物候观测	生长季观测	2003-2018	334
优势植物和凋落物的元素含量与能值	1次/5年	2003-2015	474
蝗虫种类与数量	1次/5年	2002-2015	1583
毛虫种类与数量	1次/5年	2001-2010	100
啮齿动物种类与数量	1次/5年	2001-2015	108
站区调查点家畜种类与数量	1次/5年	2003-2015	54
土壤微生物生物量碳季节动态	1次季节动态/5年	2001-2015	1364

生物观测数据-荒漠

16个数据表，5.7万条记录

数据表名称	监测频率	起始日期	记录数
站区植被类型、面积与分布	1次/5年	2003-2018	120
灌木层种类组成	1次/5年	2003-2018	1901
草本层种类组成	1次/5年	2003-2018	7577
灌木层群落特征	1次/5年	2003-2018	518
草本层群落特征	1次/5年	2003-2018	1338
群落空间分布格局变化	1次/年	2003-2018	23049
凋落物回收量季节动态	1次/月·年	2003-2018	10591

数据表名称	监测频率	起始日期	记录数
种子产量	1次/5年	2003-2018	2244
土壤有效种子库	1次/5年	2003-2018	1886
短命植物生活周期	1次/5年	2003-2018	1455
灌木植物物候观测	每年	2003-2018	397
草本植物物候观测	每年	2003-2018	835
优势植物和凋落物的元素含量与能值	1次/5年	2003-2018	3371
站区调查点家畜种类与数量	1次/5年	2004-2018	112
土壤微生物生物量碳季节动态	每5年1个季节动态	2004-2018	1369
大型土壤动物种类组成	1次/5年	2003-2015	373

生物数据辅助信息

2-样地环境要素说明文档

3-生物观测、分析说明文档

4-生物观测数据质控信息表

5-生物化学分析方法表

6-生物观测数据集联系人信息表

样地建立背景信息表

生物数据共享管理

面向社会共享，数据分级、用户分级共享
CERN生物分中心数据信息平台：

网址： http://159.226.89.77:8080/cern_biocenter

数据内容： 生物监测数据、元数据、专题数据、植物图像

The screenshot shows the homepage of the CERN Biocenter Data Information Platform. At the top, there are logos for the Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences (IB-CAS) and the CERN Biocenter. The main title is "CERN生物分中心数据信息平台". Below the title is a navigation bar with links: 首页, 动态监测数据, 植物名录与图像, 科研专题数据, 元数据信息, 数据共享条例, 用户服务. The date and time are displayed as "2015年1月12日 星期一 下午好 您还没有登录". There are links for "注册" and "登录".

The main content area is divided into three columns:

- Left Column:** A vertical menu with the following items: CERN生物分中心简介, 数据资源介绍, CERN生态站介绍, 生物监测基础信息, 生物监测数据产品, 友情链接. Under "友情链接", there are links to: 中国生态系统研究网络数据共享系统, 中国生态系统研究网络 (CERN), 中国科学院, 中国科学院植物研究所, and 中国生态系统研究网络生物分中心.
- Middle Column:** A large image of a lush green forest. Below the image is a section titled "数据资源介绍" (Data Resource Introduction) with the text: "CERN生物分中心数据包括CERN生物长期观测数据、生物分中心积累和收集的相关科研专题数据两大类。其中前者是CERN陆地生态站上报, 并经过生物分中心审核的生物长期观测数据, 包括农田生态系统生物观测数据、森林生态系统生物观测数据、草地生态系统生物观测数据、荒漠生态系统生物观测数据、沼泽生态系统生物观测数据5大类。更多详细内容". Below this is a section titled "工作动态" (Work Status) with two news items: "§ 生物分中心举办 '2013年CERN生物监测技术培训班' [2013.8.19]" and "§ 生物分中心完成2012年生物监测数据审核与评价工作[2013.7.19]".
- Right Column:** A section titled "数据申请排行榜" (Data Application Ranking) with a list of data items: AA01农田作物种类与产量_明细, AA061水稻生育动态观测_明细, DA02荒漠植物群落草本层种类组成_明细, GA01草地植物群落种类组成_明细, GA03草地植物群落地下生物量_明细, MA02沼泽植物群落种类组成_明细, GA03草地植物群落地下生物量_明细, AA00B20032003年以前农田环境要素_明细, and FA09森林植物群落物种的更新状况_明细.

At the bottom of the page, there is contact information: "联系人: 宋创社 Tel: 010-62836633 Email: songcy@ibcas.ac.cn" and "Copy right @cern生物分中心 Tel:010-64889751 Email: xbguo@cern.ac.cn 您是第3604位访问者".

3. 数据处理与挖掘

- 数据：植物物种组成，综合观测场，05~15年

序号	站代码	样地名称	样地地理位置	样地海拔高度 (m)	植被型组	植被型	建立年
1	ESD	鄂尔多斯站综合观测场	39°29'43.70"N, 110°12'3.18"E	1288	灌丛和灌 草丛	落叶阔 叶灌丛	2004
2	FKD	阜康站荒漠综合观测场	44°20'42.9"N, 87°55'9.4"E	430	荒漠	荒漠	2004
3	LZD	临泽站荒漠综合观测场	39°24'49.8"N, 100°07'06.1"E	1405	荒漠	荒漠	2003
4	CLD	策勒站荒漠综合观测场	37°00'18"N, 80°42'18"E	1305	荒漠	荒漠	2004
5	SPD	沙坡头站荒漠综合观测场	37°28'04"N, 104°59'56"E	1350	荒漠	荒漠	1956
6	NMG	内蒙站综合观测场	43°32'54"N, 116°40'25"E	1250	草原和稀 树草原	草原	1979
7	NMD	奈曼站综合观测场	42°55'43"N, 120°41'18"E	363	草原和稀 树草原	草原	2005
8	HBG	海北站综合观测场	37°36'39.3"N, 101°18'51.2"E	3240	草甸	草甸	1993

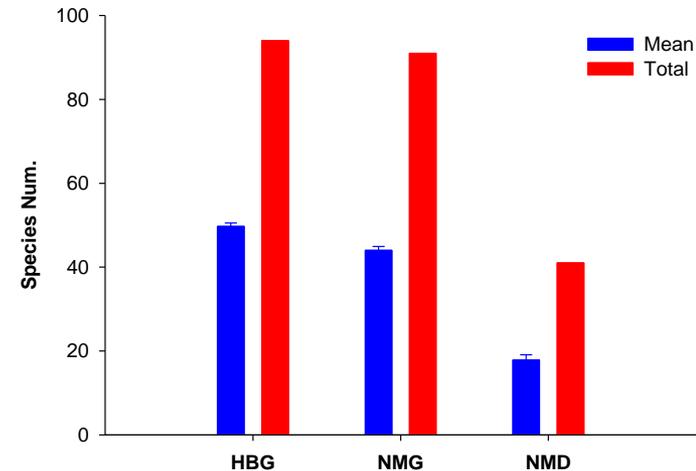
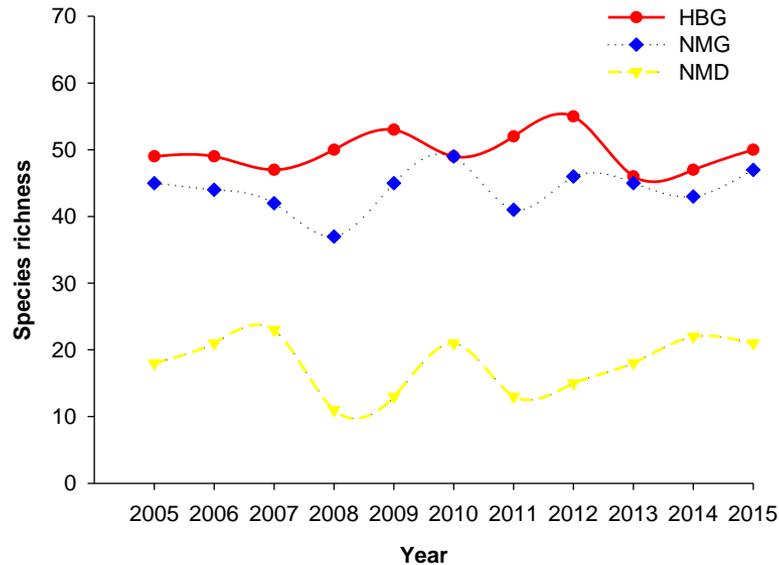
草地植物物种组成变化

不同草地类型的物种丰富度年际变化

三个草地均表现出比较明显的周期性波动，总体相对稳定

物种丰富度 $HBG > NMG > NMD$

典型草原区中，NMD远低于NMG



3个草地类型的丰富度多年总值平均为75种，变化于41~94种之间，是年均值的2倍，显示草地物种组成的年际变异性



不同草地类型物种年际频率分布

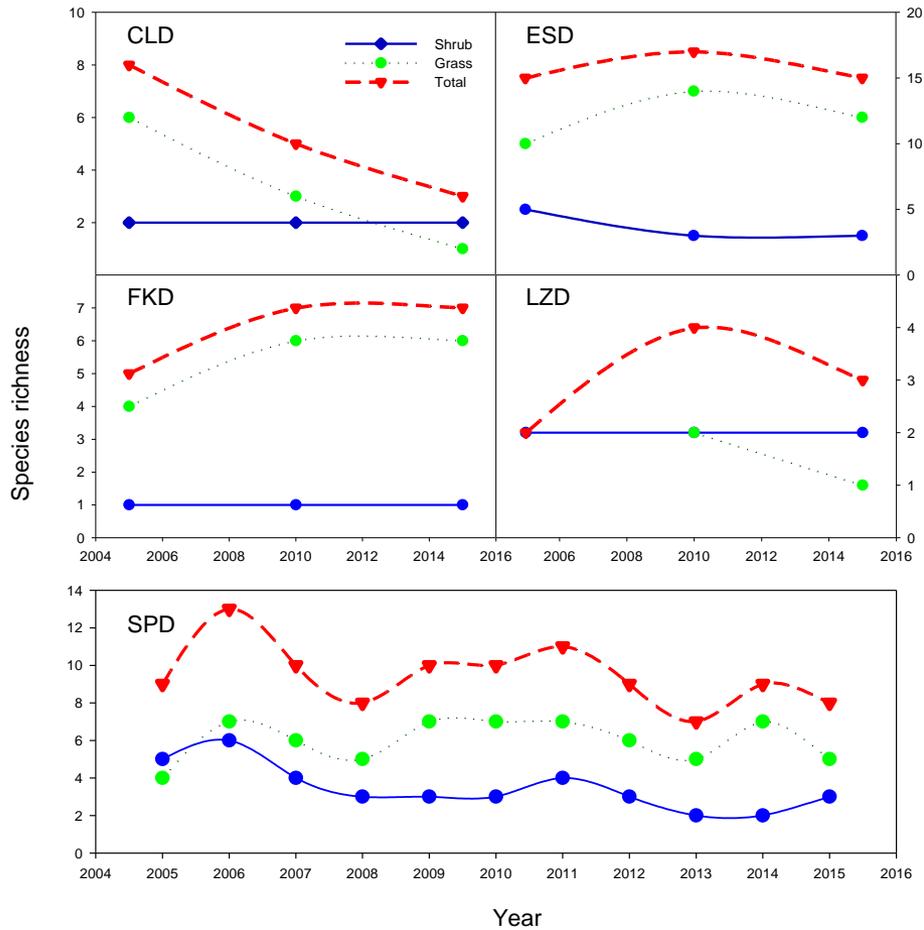
频率=物种出现的年份数/所有年份数

1%~20%为A级，21%~40%为B级，41%~60%为C级，61%~80%为D级，81%~100%为E级

Raunkiaer频度定律A>B>C≥D<E

这三个草地类型的A级和E级物种均较多，表明三个群落的物种组成都相对稳定，其中，海北站草甸草原的A级和E级之和达74%，说明其物种组成稳定性最高

荒漠植物物种组成变化

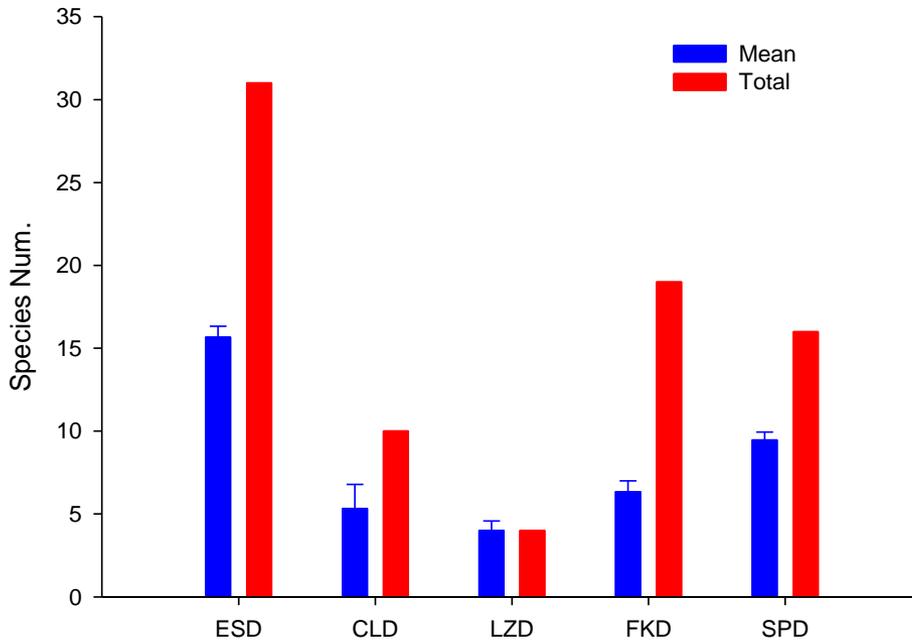


不同荒漠灌木/草本的物种丰富度变化

荒漠植被的物种丰富度非常低，相互间差异也很大

荒漠草本物种组成变异较灌木大，年际间差异较大

荒漠植物物种组成变化

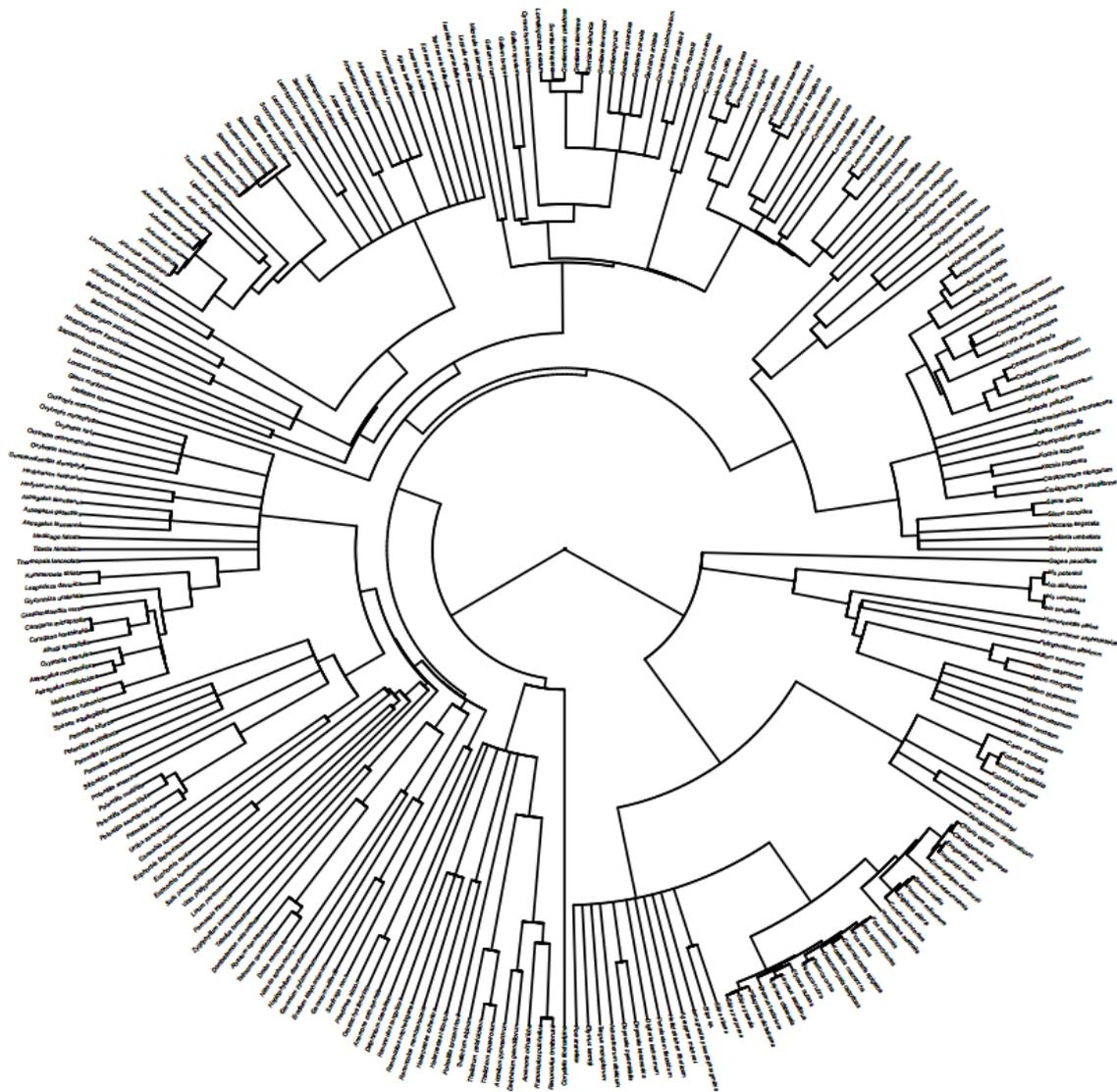


不同荒漠类型物种丰富度变化

年均值：LZD泡泡刺+红砂群落最小，只有4种，SPD油蒿灌丛群落为9种，ESD油蒿灌丛群落最多，为16种

多年总值：除LZD外，其他4个群落的物种丰富度多年总值均大于年均值显示其物种组成的年际变化较大

植物物种系统发育树构建

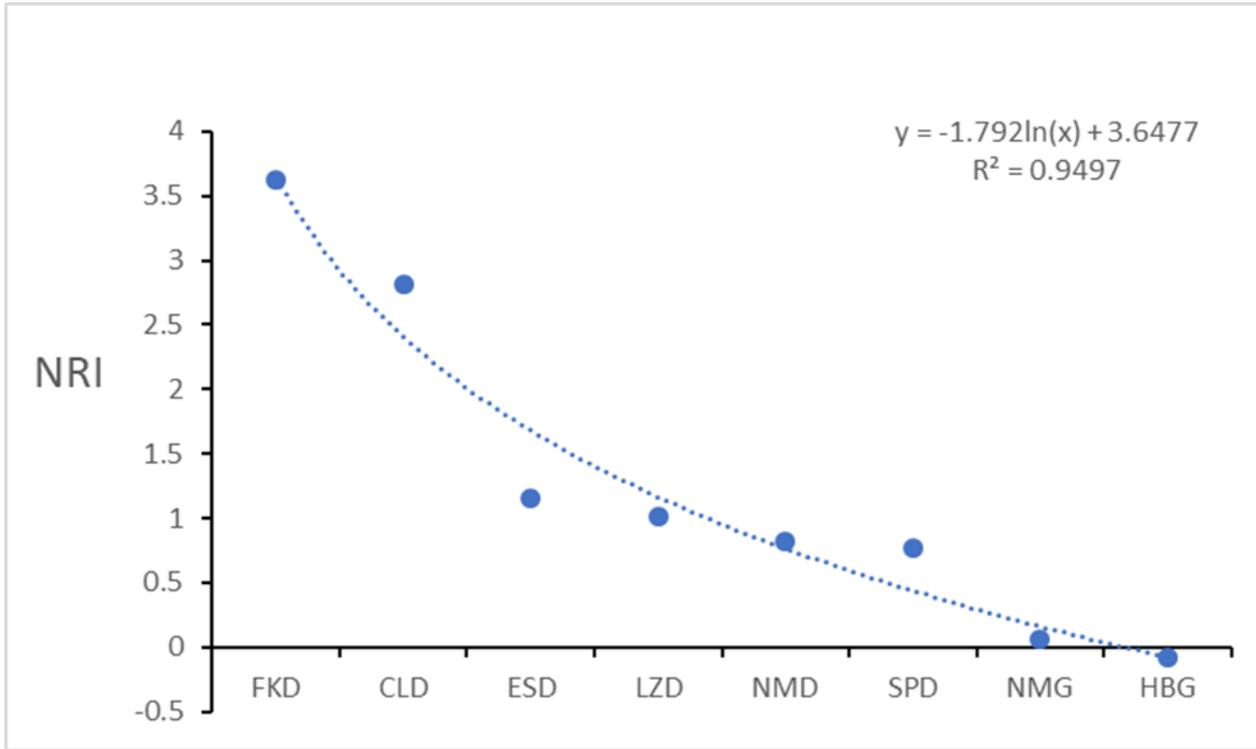


利用系统发育状况
推测历史因素对群落组成影响(**Webb et al. 2002**)

环境过滤占主导，
则群落中适应能力
相近、亲缘关系近
物种共存

竞争排斥占主导则
使得生态位相近物种
无法共存

物种在系统进化树的位置，计算物种间的谱系距离



NRI 净亲缘指数

中性：中性 0
环境：收敛 +
生物：发散 -

越干旱的地区，环境的选择作用越强烈

谢谢！