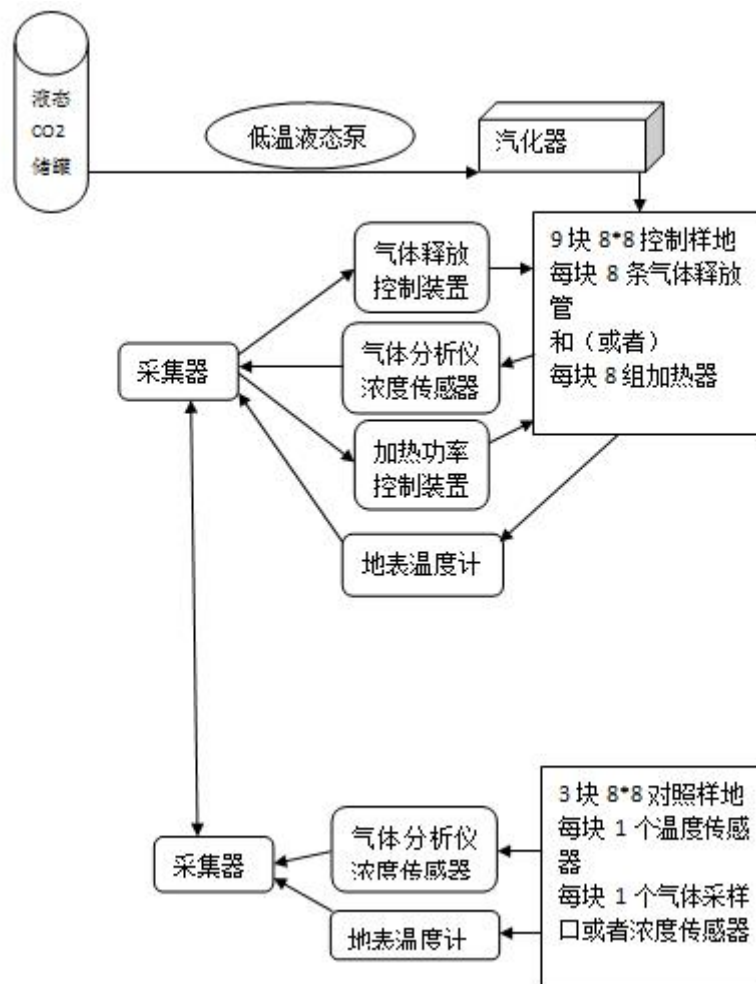


FACE 温度增强及 CO₂ 增强系统

在较大区域内改变和调控自由空气中的特定气体成分，是一项挑战性很强的技术研究工作。有多个优良团队，正在研究在开放体系增加空气中 CO₂、O₃ 等多个组分浓度以及改变温度、降水等因子的自动控制技术。世界上过去和正在运行的 FACE 系统基本上是旱地系统，如美国研制的系统设计目标为试验区域的浓度比大气中高 50%，但实际达到的指标是平均高 20% (Knoke, 2006)。由于这种平台技术的缺陷，影响到相关研究结果的学术和应用价值。

远程控制计算机管理整个平台的运行，设置布气实验时间、气象条件等，可进行 CO₂ 浓度/温度设置值或者增强比例/幅度设定，控制样地数据采集器获得对照样地数据采集器的参考数据，对控制量进行运算，通过各种控制器、质量流量计、调压器等进行实施，再通过控制样地内的传感器、分析仪对样地内的温度、气体浓度进行测量，实现反馈、闭环控制。



增温性能:

- 增温幅度: 0.25 到 4 摄氏度

- 调节分辨率: 0.01 摄氏度
- 调节相对精度: 0.05 摄氏度
- 调节稳定度:
- 0.1 摄氏度@风速不大于 2 米秒
- 0.2 摄氏度@风速不大于 5 米秒
- CO2 浓度增强样地性能:
- CO2 浓度增强幅度: 10 到 1000ppmv
- 有效调节分辨率: 3ppmv
- 调节精度:总浓度的 1.5%+5ppmv
- 调节稳定度:5ppmv@风速不大于 2m/s
- 10ppmv@风速不大于 5m/s

本系统的控制核心部件使用 CampbellScientific,Inc 的数据采集器, 比较国际上的 FACE 系统, 有的采用了 Campbl 的数据采集器, 有的使用 PLC 来控制。有的使用了电脑控制相比之下, 使用采集器有如下优点。

	数据采集器	PLC 方法	PC 方法
PID 算法	容易实现	很难, 修改不便	容易实现
平均无故障时间	长	短	很短
获取其他参数数据	简单	需要扩展模块, 采集信号单一	需要采集卡或另接采集器
网络通讯能力	有	需要转换	有
编程可修改	容易	复杂	容易
软件界面编程	容易	复杂	容易
FACE 使用案例	多	少	少
控制精度	高	中等	高

一、概述

为预测和应对大气组成变化的后果, 科学界作了长期的努力。上世纪 80 年代前, 大量的研究在温室、培养箱或开顶式气箱中进行。由于相应的试验条件如温度、风速、湿度、降雨等因素与自然条件相去甚远, 特别是系统中植物与昆虫、病源的隔离, 从这种模拟环境中所取得的研究结果预测大气组成和气候变化对生态系统的影响, 具有较多的不确定性。鉴于此, 研制开发在自由空气条件下的升高大气某个特定组分和 (或者) 温度的实验平台系统, 以在尽可能接近自然生态环境的条件下, 研究生态系统对全球变化的响应和适应是非常必要的。

北京华益瑞科技有限公司设计的开放体系中调控 CO2 组分浓度和温度的自动调控系统, 即“二氧化碳及温度 FACE (Free Air gas Concentration Enrichment)”系统平台。该系统在野外的目标区域没有任何隔离设施, 气体可以自由流通, 区域内通风、光照、温度、湿度等条件十分接近自然生态环境。该系统平台能在比较宽的风速范围内 (超过国际上同类系统) 满足较大区域内对目标气体浓度的控制精度要求 (超过国际上同类系统)。拥有自主知识产权的控制软件,



包括系统控制、数据采集控制和分析处理软件包，远程监控和数据管理，为研究生态系统对大气中 CO₂ 浓度和温度变化响应提供理想手段，使我国 FACE 平台技术优越于国际。