

NDIR 二氧化碳传感器在绿色建筑中的应用

AN-TL-001



■ 相关国家标准和规范简介

近十几年来，国内外对于室内空气质量的要求和标准不断提升，相应地，也提出了系列标准和规范要求。尤其在近几年，国内在室内暖通系统、室内空气质量等方面指定了或者更新了相关的标准。这些标准中，除《室内空气质量标准》由卫生部、国家环保总局制定颁布外，其余均有中华人民共和国住房和城乡建设部牵头制定和颁布。

表-1：我国建筑类与空气质量有关的部分标准

标准编号/年	标准名称
GB/T 50314-2000	《智能建筑设计标准》
GB/T 18883-2002	《室内空气质量标准》
GB/T50378-2006	《绿色建筑评价标准》-第一版
GB/T50378-2014	《绿色建筑评价标准》-第二版
GB 50736-2016	《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》
2017	《绿色建筑后评估技术指南》（办公和商店建筑版）
JGJ/T 440-2018	《住宅新风系统技术标准》
JGJ/T 461-2019	《公共建筑室内空气质量控制设计标准》
GB/T50378-2019	《绿色建筑评价标准》

其中《绿色建筑评价标准》在十几年的时间内虽然多次修订，但是内容上仍然承前启后，技术手段上也不断有更新，节能、健康，以人为本始终是《标准》的主题。在围绕节能、健康的要求中，建筑的暖通系统一直是其核心内容之一。

根据《后评估技术指南》，后评估总分达到 50,60 和 70，即可获得及格，良好和优秀的评价。虽然评价不是目的，但是在《后评估技术指南》中，仅暖通风的节能及空气质量两项，总分就达到了 83（55+28）分，可见该两项内容的实现对于建筑及使用者而言，重要性不言而喻。

■ 绿色建筑中按需控制的通风系统（DCV）特点

我国在以上标准的制定中，室内 CO2 浓度的始终要求低于 1000ppm，而平时大气中 CO2 的浓度一般维持在 400ppm^{注[1]}左右。所以，空气质量的监控将离不开高精度 CO2 传感器的应用；另外，暖通风系统的节能实现，也同样离不开 CO2 传感器应用，即当前称之为按需控制的通风系统（DCV：Demand Controlled Ventilation）。因为 DCV 系统通过 CO2 传感器，可以实时监测室内的 CO2 浓度值，并适时地根据当前的 CO2 浓度导入室外的新鲜空气，而不必一直保持新风，避免了无谓的能耗。我们简单比较一下基于 DCV（蓝色部分）的和固定流量（红色框）的 HVAC 间的能耗差异。如图-1：

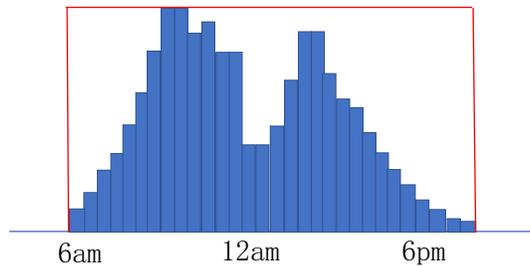


图 1 办公环境下的 HVAC 能耗比较

对于固定新风量的 HVAC 系统，其新风量的设计依照相关国家标准就必须按照最高人数的时候进行才可以满足空气质量的规范要求。国外的统计研究表明，基于 DCV 的 HVAC 系统与固定新风量比较可节省的费用如表-2 所示。

表-2：DCV 与固定新风量控制的 HVAC 费用节省按照面积平摊计算

每年节省(\$/m ²)	使用 DCV 系统的典型场景
1. 86	办公环境，早 5:30~晚 10:00，周末人少
4. 89	教室，会议室，早 7:30~晚 9:00，周末无人
16. 3	电影院，研讨会场所，大型零售场所，一周 7 天

保持 CO2 低浓度的重要性，不仅仅在于它会直接影响所在环境的人工作状态，也利于提高人们的工作效率，同时说明当前环境有充足的新鲜空气，大大降低建筑物综合征的风险。CO2 指标在某种程度上也可以反映当前环境中其它有害气体的大概状态。因此，在暖通风系统的控制中，CO2 传感器起到了举足轻重的作用。有了 CO2 传感器才可以真正实现按需控制新风量，满足绿色建筑规范的同时实现节能。

空调系统的使用，一般要求都是在 10 年以上，期间需要系统所有器件的稳定可靠，包括重要的传感器，如 CO2 传感器。

注[1] ppm: 一百万分之一，这里按体积计算

■ TelAire 及其 CO2 传感器

安费诺传感器技术集团 (ASTG) 旗下的 TelAire 作为全球第一家研发出低成本的非分散红外 (NDIR) CO2 传感器以来, 生产出了适合多种应用的 CO2 传感器产品, 产品经过多年迭代, 性能可靠稳定长达 15 年以上, 这与电化学方式下的漂移、使用寿命短等特性相比具有不可比拟的优势。而 NDIR 技术也同样在我国的相关检测标准中作为首推检测 CO2 浓度的技术方式。我们的产品多应用于:

- 建筑/室内空气质量
- 气体泄漏检测
- 有害区域监测报警
- 麻醉病人监护
- 酒精呼气测试器
- 汽车 HVAC 空气质量及 R744 (CO2) 泄漏报警
- 温室种植
- 垃圾填埋场气体泄漏检测
- 新能源锂电池热失控验证管理, 等



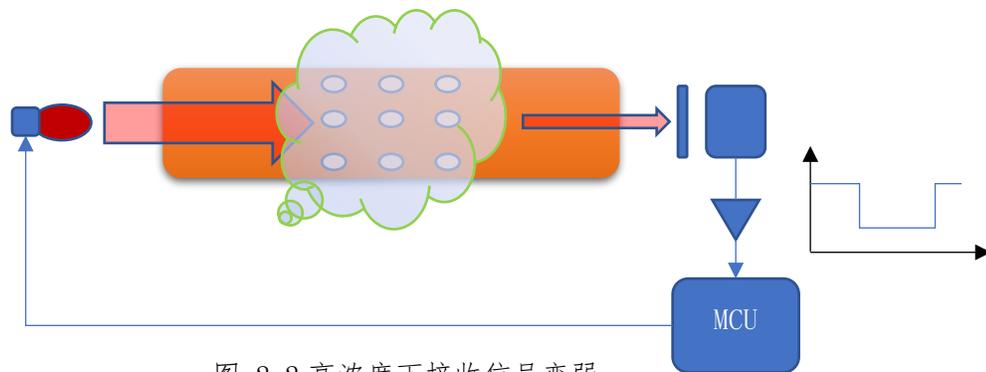
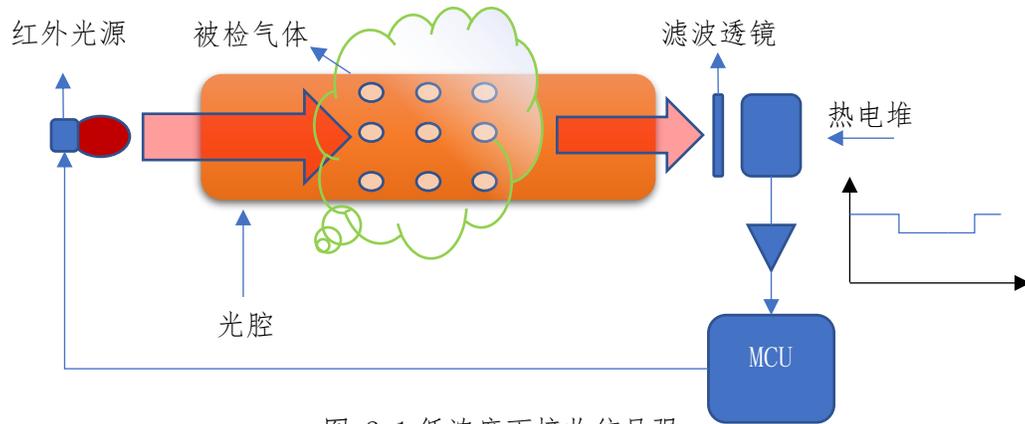
TelAire 基于的 NDIR 技术拥有 30 多项美国及国际专利, 其中 ABCLogic™ 技术, 赋予了传感器自动校准的功能, 使得 CO2 传感器在使用中器件始终自动保持稳定可靠的测量精度和性能。

表-3: 产品型号齐全 (可以上相关网站查阅更详细的产品列表及参数)

产品大类	产品系列	应用特点	量程
CO2 传感器模块	T6713 系列 T6613 系列	板级安装, 自动校准 I2C 或者 UART 接口 PWM, ON/OFF	0~2000ppm 0~5000ppm
	T6715 系列 T6615 系列	板级安装, 双光路自动校准 适合于密闭空间	0~2000ppm 0~5000ppm 0~10,000ppm 0~50,000ppm
	T30xx 系列	适用于复杂环境, 其中 T3022 具 IP65 防护等级	400~2000ppm
	T5100 T5100-LED T8100	壁挂式	0~2000ppm
CO2 传感器变送器	T8100-R	T81 集成 CO2, RH 及温度传感器	0~2000ppm
	T8200-R	T82 集成 CO2, 温度传感器	0~5000ppm
	T8031 T8041 T8042	通风管道式安装	0~2000ppm
	T6743	车规级, LIN 接口	
	T7000		0~10,000ppm
手持式 CO2 传感器 变送器	T7000		0~10,000ppm

■ NDIR CO2 传感器基本原理

非分散红外（NDIR）基本原理就是利用被检气体 CO2 对红外光区电磁辐射的选择性吸收强度变化的测量来进行的定量分析。



在图-2-1,2-2 示意图中：

- 红外光源发出的光经过光腔过程中，被 CO2 吸收掉部分对应其吸收光谱的红外光能量；
- 带通滤波透镜对 CO2 吸收光谱的波段衰减很小，而对其余波长的红外光线充分吸收；
- 最后与滤波透镜组合一起的热电堆仅能接收到被 CO2 吸收剩余部分的窄带红外光能量；
- 检测热电堆的输出信号，经过校准补偿即可对应当前 CO2 的浓度

而该吸收关系遵循 Lambert-Beer 定律，即^[1]：

$$\ln I = -KCL \ln I_0 \quad (1)$$

式（1）中：

- I 表示红外光被吸收后的光强度；
- I_0 表示红外光入射光强度；
- C 表示气体浓度；
- L 表示红外光通过气室光腔的长度；
- K 表示吸收常数。

当传感器的尺寸做到只有（28.9mm × 15.6mm × 8.61）这么大的时候，传感器内部的任何构造变动都会对测量精度和稳定性造成影响。因此 TelAire 的 T67xx 系列的超小型 CO2 传感器（如图-3），在整个设计中作了专业的努力，使得传感器依然可以保持其稳定和可靠运行的特性。



图-3 T6713

■ 按需控制的通风系统（DCV）对于其它传感器的需求

DCV 暖通系统性能的实现依靠对几个变量的控制：

- 温度
- 湿度
- 通风

这三大类变量监控中，除了温、湿度两大重要信号需要测量外，也包括标准规范中提到的影响空气质量各种其它物质需要监测（除了 CO2，也包括 PM 粉尘含量，甲醛类（VOC）有害气体含量等）。

在表-3 中我们已经看到，TelAire 的提供的产品方案中，T8100-R 款 CO2 变送器模块已经集成了温度和湿度传感器，同时具备标准的工业化现场接口（该款产品至今仍然可靠地工作在包括如杭州地铁等多个 HVAC 系统中）。当 CO2 的测量受海拔高度的影响时，可以利用大气压力传感器进行测量补偿，为此，ASTG 的高精度大气压力传感器 NPA201 系列完全可以胜任。除此之外，ASTG 先进传感也提供独立的各类专业的温度、相对湿度传感器，PM2.5 粉尘传感器，甲醛类（VOC）有害气体的传感器，还有对于通风系统来说，对过滤网网压监测所需的小量程，高精度和可靠性的（50kPa）的压力变送器，等各型传感器。

ASTG 可以为更多的绿色建筑提供传感器解决方案。

[参考]

[1] 中国国家环境监测总站，2011-3，《固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分红外吸收法》

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

©2014 AMPHENOL CORPORATION PROVIDES TECHNICAL AND DATA (INCLUDING DATASHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES “AS IS” AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with AAS products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate AAS products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, or other requirements. These resources are subject to change without notice. AAS grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the AAS products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other AAS intellectual property right or to any third party intellectual property right. AAS disclaims responsibility for, and you will fully indemnify AAS and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources. Other company names and product names used in this document are registered trademarks of their respective owners.



服务热线: 400 620 8986

Amphenol
Advanced Sensorswww.amphenol-sensors.com
www.amphenol-sensors.cn

©2020 Amphenol Corporation. All Rights Reserved.