

国内外中小学校室内空气质量和卫生环境标准比较研究

刘少轩 郭晓萍 沈 甸 方鸿斌 李 鼎

校园空气质量，尤其是学校室内空气质量，是师生身心健康的重要保障，是健康校园环境的重要组成部分。优质的空气质量有助于为学生创造良好的学习环境，提高教师和员工的工作效率，并带来舒适感和幸福感。2021年教育部等五部门联合印发的《关于全面加强和改进新时代学校卫生与健康教育工作的意见》中明确提出：“新建学校的饮水、教室采光和照明、通风换气、采暖、厕所和其他卫生设备，应严格执行最新国家标准。”对中小学室内空气质量政策、标准、监测与治理的研究，是保障师生身心健康的第一道防线。项目组通过对相关国际组织以及美国、英国、日本等发达国家中小学校室内空气质量和卫生环境标准的研究，分析比较我国中小学校室内空气质量和卫生环境标准的特色与不足，并提出相应的对策与建议，为深入研究与政策制定提供参考依据。

一、国内外中小学校室内空气质量与环境卫生相关标准

1. 我国室内空气质量相关标准

自1995年以来，我国先后制定了一系列针对单一室内污染物的国家标准（见表1），对室内空气中的甲醛、二氧化碳、氮氧化物、细菌总数、可吸入颗粒物、氡等污染物的允许浓度提出了限值要求。

表1 针对单一室内空气污染物的相关国家标准

标准名称	允许浓度	标准号
居室空气中甲醛的卫生标准	0.10 mg/m ³	GB/T 16127-1995
室内空气中二氧化碳卫生标准	0.10%	GB/T 17094-1997
室内空气中氮氧化物卫生标准	0.10 mg/m ³	GB/T 17096-1997

续表

标准名称	允许浓度	标准号
室内空气中细菌总数卫生标准	400 CFU/m ²	GB/T 17093-1997
室内空气中可吸入颗粒物卫生标准	0.10 mg/m ³	GB/T 17095-1997
室内氡及其子体控制要求	100 Bq/m ³ (新建) 300 Bq/m ³ (已建)	GB/T 16146-2015

为保护人体健康, 预防和控制室内空气污染, 2002年由卫生部、国家环境保护总局联合起草GB/T18883—2002《室内空气质量标准》, 该标准首次引入了室内空气质量 (IAQ) 的概念, 并规定了室内空气质量参数及检验方法, 相关参数主要包括化学性、物理性、生物性和放射性污染四大类, 具体参数及指标见表2。其中, 物理性参数包括温度、相对湿度、空气流速、新风量4个指标, 化学性参数包括燃烧产物、甲醛、挥发性有机物、可吸入颗粒物、氨、臭氧等共13项气体污染物质。

表2 室内空气质量标准

参数类别	参数	单位	标准值	备注
物理性	温度	℃	22~28	夏季空调
			16~24	冬季采暖
	相对湿度	%	40~80	夏季空调
			30~60	冬季采暖
	空气流速	m/s	0.3	夏季空调
			0.2	冬季采暖
新风量	m ³ /(h·人)	30		
化学性	二氧化硫 (SO ₂)	mg/m ³	0.50	1小时均值
	二氧化氮 (NO ₂)	mg/m ³	0.24	1小时均值
	一氧化碳 (CO)	mg/m ³	10	1小时均值
	二氧化碳 (CO ₂)	%	0.10	日平均值
	氨 (NH ₃)	mg/m ³	0.20	1小时均值
	臭氧 (O ₃)	mg/m ³	0.16	1小时均值
	甲醛 (HCHO)	mg/m ³	0.10	1小时均值
	苯 (C ₆ H ₆)	mg/m ³	0.11	1小时均值
	甲苯 (C ₇ H ₈)	mg/m ³	0.20	1小时均值
	二甲苯 (C ₈ H ₁₀)	mg/m ³	0.20	1小时均值

续表

参数类别	参数	单位	标准值	备注
	苯并[a]芘 B(a)P	ng/m ³	1.0	日平均值
	可吸入颗粒物 (PM10)	mg/m ³	0.15	日平均值
	总挥发性有机物(TVOC)	mg/m ³	0.60	8小时均值
生物性	菌落总数	cfu/m ³	2 500	依据仪器定
放射性	氡 ²²² (Rn)	Bq/m ³	400	年平均值

我国目前尚未有专门的学校室内空气质量标准，但是在一些标准中分别提及了中小学室内空气质量指标，如2017年实行的《中小学校教室换气卫生要求》《中小学校采暖教室微小气候卫生要求》等。此外，还有一些地方标准对中小学校室内空气质量提出要求，例如《浙江省中小学校室内空气环境质量分级标准》中较为全面地列出了中小学空气质量指标，同样分为物理性，化学性，生物性和放射性指标，在《室内空气质量标准》的基础上，结合地方中小学校环境现状，增加了噪声、照度、细颗粒物PM2.5等指标。

2. 世界卫生组织室内空气质量指南

世界卫生组织2010年针对特定的室内空气污染物发布了基于健康的准则和建议《世界卫生组织室内空气质量指南》^[1]，列举了9种属于室内气体环境污染的典型污染物，因其对青少年健康的危害，学校建筑内的空气污染物更应引起重视。从表3中可知，污染物种类集中在挥发性有机物和燃烧产物等，相比于我国的室内空气质量标准，增加了三氯乙烯、四氯乙烯、萘等污染物监测指标。

表3 世卫组织IAQ指南中室内空气污染物种类及限值

污染物	污染物限值
一氧化碳 (mg/m ³)	100 (15分钟平均值)
	60 (30分钟平均值)
	30 (1小时平均值)
	10 (8小时平均值)
	7 (24小时平均值)
二氧化氮 (μg/m ³)	200 (1小时平均值)
	40 (年平均值)
氡 (Bq/m ³)	300 (年平均值)
苯 (μg/m ³)	无安全残留量

续表

污染物	污染物限值
三氯乙烯 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	无安全残留量
四氯乙烯 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	250 (年平均值)
甲醛 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	100 (30分钟平均值)
萘 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10 (年平均值)
多环芳烃 (ng/m^3)	无安全残留量

3. 欧盟学校室内空气质量监测指标

欧盟于2014年发布了主题为学校室内污染及健康项目的《“新风”计划指南和报告》^[2]，报告中提出的污染物包括化学污染物和微生物污染物，并以此作为学校室内空气质量监测的指标（见表4）。

表4 欧盟学校室内污染及健康项目室内空气质量监测指标

化学污染物	微生物污染物
苯 三氯乙烯 四氯乙烯 甲醛 萘 苯并[a]芘 α -蒎烯 d-柠檬烯 PM _{2.5} PM ₁₀ NO ₂ 臭氧 CO 氩	内毒素 特定的真菌和细菌群 <ul style="list-style-type: none"> · 青霉菌 / 曲霉属 · 草本枝孢菌 · 杂色曲霉 · 链格孢霉 · 绿色木霉 · 链霉菌属 · 分枝杆菌属 变应原 室内尘螨 马、猫和狗过敏原

4. 英国学校空气质量标准

英国教育和技能资助机构于2018年公布了《建筑物公告：学校通风、热舒适及室内空气质量指南》(*Building Bulletin 101: Guidelines on ventilation, thermal comfort and indoor air quality in schools*)，提出了16项学校空气质量指标^[3](见表5)。考虑到学生在进行不同室内活动时对室内温度环境的实际需求不同，标准对学校空气质量中的温度指标进行了较为详细的划分，活动需求旺盛的室内场所温度指标较低，而相对静态的室内场所或需要穿着较少服装的室内场所，其温度指标比正常值要高。

表5 英国学校室内空气质量指标

序号	项目	标准		
1	颗粒物（PM2.5和PM10）	PM2.5: 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （1年平均值）； PM10: 一年中不超过35次高于50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （24小时平均值）		
2	苯	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （1年平均值）		
3	二氧化氮	一年中不超过18次高于200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （1小时平均值）		
4	甲醛	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （30分钟平均值）		
5	卫生球（萘）	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （1年平均值）		
6	一氧化碳	10 mg/m^3 （8小时）		
7	二氧化碳	机械通风: 1 000 ppm（日平均值） 1 500 ppm（连续20分钟最大浓度） 自然通风: 1 500 ppm（日平均值） 2 000 ppm（连续20分钟最大浓度）		
8	臭氧	平均三年以上一年中不超过25天高于125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （8天平均值）		
9	d-柠檬烯	不饱和挥发性化合物（如柠檬烯、 α -蒎烯、苯乙烯）与臭氧或羟基自由基之间的化学反应产物比通常在室内测量的直接挥发性有机化合物更可能引起眼睛和呼吸道刺激。因此，预计在室内环境中同时存在臭氧之后，应控制柠檬烯的浓度		
10	三氯乙烯	无安全残留量		
11	四氯乙烯	250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （1年平均值）		
12	氡	电离辐射法规: 400 Bq/m^3 （大约相当于年平均270 Bq/m^3 ）		
13	温度		供暖季节正常维持的工作温度	最大入住率下供暖季节的最高工作温度
		体育馆和宿舍（身体活动水平高于正常水平的区域）	17 $^{\circ}\text{C}$	23 $^{\circ}\text{C}$
		储藏室	17 $^{\circ}\text{C}$	24 $^{\circ}\text{C}$
		厨房准备区	20 $^{\circ}\text{C}$	不适用
		教学、学习、考试、管理和员工区、准备室、实践空间和计算机套房（正常活动水平的空间）	20 $^{\circ}\text{C}$	25 $^{\circ}\text{C}$
		病室、隔离室、更衣室、健身房、舞蹈室和运动室（活动或服装少于正常水平的空间）	21 $^{\circ}\text{C}$	26 $^{\circ}\text{C}$

序号	项目	标准		
		特殊学校和有资源供应的学校，学生的需求往往复杂多样，包括有身体障碍或严重和多重学习障碍的学生	23℃	25℃
		学生或成人可能长时间被淋湿或部分穿着衣服，例如游泳池更衣室	23℃	28℃
		5岁以下的幼儿或身体残疾的儿童可能长时间被淋湿或部分穿着衣服	25℃	30℃
14	通风	最大风速 0.15~0.3 m/s		

5. 美国学校空气质量标准

美国环保署2022年5月4日更新的《学校室内空气质量指南》(Reference Guide for Indoor Air Quality in Schools)，提出了14项质量指标，但是未对指标进行分类^[4]。14项学校室内空气质量指标如表6所示，其中，对物理环境指标做了较为系统的划分，既有在不同季节不同湿度条件下对应的适宜温度，也有不同室内场所通风指标的差异。

表6 美国学校室内空气质量指标

序号	项目	标准
1	生物污染物(霉菌、尘螨、宠物皮屑、花粉等)	相对湿度保持在30%至60%将有助于控制霉菌、尘螨和蟑螂。采用综合虫害管理来控制昆虫和动物过敏原
2	二氧化碳(CO ₂)	ASHRAE标准62-2001建议将室外浓度高出700 ppm作为教室的上限(通常约为1000 ppm)
3	一氧化碳(CO)	美国职业安全与健康标准对工人的标准是暴露1小时不超过50 ppm; 美国国家职业安全卫生研究所建议1小时不超过35 ppm; 美国国家环境空气质量标准为9 ppm(8小时)和35 ppm(1小时); 消费品安全委员会建议水平不超过15 ppm(8小时)或25 ppm(1小时)
4	灰尘	环境空气质量标准对于PM10为50 μg/m ³ 每小时作为年平均水平, 150 μg/m ³ 作为24小时平均水平

续表

序号	项目	标准	
5	环境烟草烟雾 (ETS) 或二手烟	许多办公楼和公共集会区域已禁止在室内吸烟，或要求有专门指定的配备专用通风系统的吸烟区。1994年出台的“保护儿童法案”（pro-children Act of 1994）禁止在启蒙教育设施以及接受教育部、农业部或卫生与公众服务部联邦资助的幼儿园、小学和中学（医疗保险除外）内吸烟	
6	细颗粒物 (PM)	目前没有针对学校室内空气环境中 PM2.5 的联邦政府标准。美国环境保护署的国家环境空气质量标准将室外空气中 PM2.5 的年度限值列为 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，将 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 列为 24 小时限值	
7	铅	1978年，消费品安全委员会禁止在油漆中使用铅	
8	氮氧化物（一氧化氮、二氧化氮）	尚未就室内空气中的氮氧化物达成一致标准。ASHRAE 和美国环境保护署的国家环境空气质量标准将 0.053 ppm 列为室外空气中 NO ₂ 的平均 24 小时限值	
9	氡	4 pCi/L 的行动水平（EPA 推荐的限值）	
10	挥发性有机化合物 (VOCs)	美国职业安全与健康标准是 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （平均 24 小时限值），但符合工业职业标准的浓度不一定能保护学校里的儿童	
11	温度	(1) 相对湿度 30%: 冬季温度 68.5 °F ~75.5 °F, 夏季温度 74.0 °F ~80.0 °F (2) 相对湿度 40%: 冬季温度 68.0 °F ~75.0 °F, 夏季温度 73.5 °F ~80.0 °F (3) 相对湿度 50%: 冬季温度 68.0 °F ~74.5 °F, 夏季温度 73.0 °F ~79.0 °F (4) 相对湿度 60%: 冬季温度 67.5 °F ~74.0 °F, 夏季温度 73.0 °F ~78.5 °F	
12	相对湿度		
13	通风	场地	立方英尺每分钟 (CFM) 每人
		课堂	15
		音乐室	15
		图书馆	15
		礼堂	15
		观众运动区	15
		打地板	20
		办公空间	20
		会议室	20
		吸烟室	60
		自助餐厅	20
厨房（烹饪）	15		

6. 日本学校教室空气质量标准

日本文部科学省根据《学校保健安全法》第六条第一项规定，提出学校环境

卫生标准，表7为日本学校环境卫生标准中关于教室环境的换气及保温要求，相比于其他国家的教室空气质量标准，本标准对检查项目的采样点要求做了明确的规定。

表7 日本教室环境换气及保温参数要求

检查项目	标准	检查周期
(1) 换气	浓度应尽量保持在 1 500 ppm 以下为宜	每学期两次
(2) 温度	温度应保持在 10℃以上、30℃以下为宜	
(3) 相对湿度	湿度应保持在 30% 以上、80% 以下为宜	
(4) 浮游粉尘	应保持在 0.10 mg/m ³ 以下为宜	
(5) 气流	流速应保持在 0.5 m/s 以下为宜	
(6) 一氧化碳	浓度应尽量保持在 10 ppm 以下为宜	
(7) 二氧化氮	浓度应尽量保持在 0.06 ppm 以下为宜	
(8) 挥发性有机化合物		每学年一次
A. 甲醛	浓度保持在 100 μg/m ³ 以下为宜	
B. 甲苯	浓度保持在 260 μg/m ³ 以下为宜	
C. 二甲苯	浓度保持在 870 μg/m ³ 以下为宜	
D. 对二氯苯	浓度保持在 240 μg/m ³ 以下为宜	
E. 乙苯	浓度保持在 3 800 μg/m ³ 以下为宜	
F. 苯乙烯	浓度保持在 220 μg/m ³ 以下为宜	
(9) 跳蚤或是跳蚤过敏原	100 匹 /m ² 以下或是同等的过敏原量以下为宜	
<p>针对检查项目(1)~(7)，应在学校上课过程中，每层各选取一间以上的教室等地点，在数个符合要求的场所的桌面高度进行检查；</p> <p>针对检查项目(4)和(5)，需要在使用了能够调节空气温度、湿度及流量的设备的教室等地点根据需求进行检查；</p> <p>针对检查项目(6)和(7)，如果教室等的内部没有使用燃烧工具，则可以省略对其的检查；</p> <p>针对检查项目(8)，需要在普通教室、音乐室、美术室、计算机教室、体育馆等有必要进行检查的教室进行检查；</p> <p>针对检查项目(9)，需对保健室的床上用品、教室的地毯等进行检查。</p>		

换气及保温等

二、各国中小学校室内空气质量相关标准分析比较

目前，英国、美国、日本等国均已制订针对中小学校的室内空气质量指南，有效指导了学校教室等特定室内环境场所的空气质量改善。我国 GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》是推荐性国家标准，非强制执行，目前也没有关于教室室内空

气质量安全规范的有关强制性标准或法律法规出台，所以该标准被教育部、卫生部、财政部联合制定的《国家学校体育卫生条件试行基本标准》引用，作为监管部门、学校、检测机构对学校教室室内空气质量监督和检测的依据。

1. 室内空气质量标准大多按照化学性、物理性、生物性、放射性指标进行分类

通过对前文提到的6个国家或组织的室内空气质量标准进行横向比较（见表8），我们发现，世界各国室内空气质量标准，室内空气质量指标大多按照化学性、物理性、生物性、放射性指标进行分类。其中，化学性指标数量最多，涵盖室内常见的空气污染物种类，而物理性指标以温度、湿度、空气流速、新风量等指标为主。

表8 各国中小学校室内空气质量相关标准比较

	中国	世卫组织	欧盟	英国	美国	日本
特定的学校室内空气质量标准	否	否	是	是	是	是
室内空气质量指标数量	19	9	18	14	13	14
化学性指标	有	有	有	有	有	有
物理性指标	有	无	无	有	有	有
生物性指标	有	无	有	有	无	有
放射性指标	有	有	有	有	有	无

2. 发达国家针对室内空气质量标准配套了系统的监测和管理机制

日本在学校环境卫生标准之外，为了全面探究如何达成适合学生成长的健康的室内环境，文部科学省委托日本建筑学会进行教室等室内空气的定期环境卫生检查。在人工环境下，对温度、相对湿度、二氧化碳浓度、气流、一氧化碳浓度、二氧化氮浓度、粉尘、细菌、实际辐射温度9个项目进行检查。此外，调查研究从空气、温度、采光、照明、声音、儿童心理及空间认知等几方面，以先行研究和监测数据、模拟实验、实地考察等方法进行分析，探究如何创建适合学生成长的健康室内环境。

美国环保署在公布了《学校室内空气质量指南》的同时，也规定了学校的卫生标准，主要包括有效的清洁和维护、防止霉菌和水分、确保良好的通风、预防害虫和减少农药接触。此外，通过美国环保署的“学校室内空气质量工具”计划来识别、纠正和预防室内空气质量问题，有效实施室内空气质量管理工作。“学校室内空气质量工具”计划已在美国数万所学校成功实施。

3. 我国室内空气质量标准指标数量较多且有针对性

通过对室内空气质量参数数量的比较发现，我国的《室内空气质量标准》中规定的室内空气质量指标数量较多，达到19种，涵盖范围全面。

在我国2000年后制定的室内空气质量标准中，氨一直作为一个重要控制指标，

这主要是由于北方民用建筑工程冬季施工过程中使用了含氨基类混凝土外加剂，导致了室内氨污染。而在发达国家，氨并没有被列入IAQ标准。此外，对于办公类学习类的校园建筑，一氧化碳、氮氧化物、二氧化硫等燃烧产物污染物的浓度远低于室内空气质量标准，二氧化碳、甲醛、菌落数、可吸入颗粒物等指标更应当引起重视。

4. 我国室内空气质量标准对污染物限值要求较严格

通过比较空气质量标准里化学污染物参数的浓度限值发现，我国室内空气质量标准中各项化学性指标的限值基本不高于其他国家的限值要求。以甲醛为例，各国室内空气质量标准中的浓度限值均为 0.10 mg/m^3 ；而对于甲苯、二甲苯等挥发性有机化合物，我国的污染物限值要显著低于日本。

5. 我国室内空气质量标准里微生物指标较少

目前，我国的室内空气质量标准中生物性指标只有菌落总数，而在欧盟、美国等地的标准中生物性指标除了真菌和细菌群之外，还包括变应原、室内尘螨、花粉等指标。这说明我国室内空气环境中的微生物指标数量偏少，尤其是对于中小学校的室内环境质量，需加强微生物类指标的研究与论证。

三、改善中小学校空气质量对策建议

通过比较国内外室内空气质量标准，结合我国中小学校的实际情况，针对中小学室内卫生标准、监测、治理等方面提出以下建议：

1. 制定适合中小学校室内空气质量的的标准

在《室内空气质量标准》的基础上，考虑青少年健康、学校活动、教室设施等因素，分析参数指标的全面性和污染物的标准限值，例如其他国家标准中均涉及的微生物指标等，对中小学校室内空气质量提出针对性更强的要求。同时，要在标准制定的时候考虑季节、地域、城乡等因素。空气质量不仅是自然界和人为排放到空气中的污染物的结果，也是大气中许多变量之间复杂的化学和空间相互作用的结果。因此，空气质量的变化在很大程度上取决于当地的地形、污染程度，不同地区的空气质量不同，冷季和暖季的空气质量也不同。以PM_{2.5}为例，据中国气象科学研究院、中国气象局等部分专家对北京地区PM_{2.5}的成分特征及来源分析显示，受不同的季节污染源排放、降水、风速等大气扩散条件影响，PM_{2.5}月浓度最高值出现在秋冬季节的11月、12月和1月份，低值出现在夏季的7月、8月。而我国地缘辽阔，东西南北跨度大，环境差异明显，因此，制定相关标准时也需考虑地域差异。室内空气参数指标要根据上述因素适当调整，不宜一刀切把指标定得过死。

2. 针对中小学校室内装修、桌椅、设备、器材应提出相应的环保要求

教室室内中的甲醛、笨、甲苯等化学污染物主要来自室内涂料、装饰物和家具

中使用的木质材料、胶黏剂、乳胶漆等，这些化学污染源的释放周期通常都比较长，有的甚至长达3~15年，会对教室空气形成持续污染。又如，学校教室内开展教学活动所必需的粉笔，在板书书写过程中会飘落很多粉尘，造成室内可吸入颗粒物浓度上升，使用无尘粉笔能有效消除污染。因此，本着“源头治理”的原则，应在标准中针对学校装修、桌椅、设备、器材提出相应的环保要求，最大限度地控制化学污染物释放。

3. 充分利用物联网等信息技术手段进行室内空气质量在线实时监测

鼓励有条件的中小学校对学生学习环境中PM_{2.5}、PM₁₀、二氧化碳、甲醛、TVOC、光照度、噪声、温度、湿度等参数进行实时、常态化、持续性的监测，并配合环境卫生监督工作对数据进行一定时期的存储、上传和公示。鼓励中小学根据相关标准，建立自动预警系统，提醒学校针对异常情况采取有效措施，构建全方位、多层次、全覆盖的智慧环保平台，为校园环境监测管理、巡查、决策提供依据。

4. 利用多种技术手段、工艺方法净化与治理受到污染的中小学室内空气质量

依托专业机构，预先评估室内空气质量，确定主要气体污染物类型，采用针对性的技术方法净化空气，提升室内空气的品质。例如，可利用物理的吸附特性、静电特性、红外特性、电子特性等，对不同的气体污染物进行吸附；也可利用化学的氧化、聚合、分解、光催化等原理使有害气体物质发生化学反应进行消除。重视和发展无毒无害化室内空气质量干预系统。学校这种人员高度密集的人工环境的健康和安，需要借助不间断的人工干预来加以维护。目前，相关的技术手段正在快速发展中^[5]，各地可通过试点工作积累相关数据，以更好地促进学校室内空气质量的治理与维护工作。

5. 加强中小学校师生的卫生健康习惯培养

提升在校师生室内环境卫生健康及防护意识，例如在教室等室内空间做到勤通风换气，用室外新鲜空气来稀释室内空气中的污染物，可使其浓度降低，这是消除室内空气污染物最方便有效的途径之一。日本建筑学会对空气、温度进行调查得到的结果以及对先行研究、监测数据分析得到的结果显示，冬季由于窗户经常关闭，空气不流通，导致二氧化碳浓度超过学校卫生标准值（1 500 ppm）的事件常有发生。而按通风要求进行室内换气的情况下，可以保证二氧化碳浓度保持在1 500 ppm之下。欧美学校，特别是美国学校通常采用整楼密封式结构，窗子基本上仅用于透光而不可用于通风，其学校所在的楼宇在设计之初就几乎完全依托人工强制通风系统进行换风甚至供暖。如果缺少有效的过滤系统和消毒手段，这种整楼通风系统往往会造成楼内气传性流行病的传播。新冠肺炎疫情爆发之后，美国专家就呼吁需要打开窗户并且避免空气再循环，以降低因为通风系统效能低下造成的感染^[6]。所以，为了改善室内空气，养成时常通风换气等健康的卫生习惯是非常重要的。

6. 在学校室内空气质量标准实施过程中加入师生的主观评价

师生长期在学校室内环境中工作学习，他们对室内空气质量的感受是受物理、生理、心理等因素影响的主观认知的过程。对室内空气质量的各项客观指标进行评价，各种已被确认或怀疑对人体健康和舒适产生影响的物理性、化学性、生物性、放射性环境要素都应作为室内空气质量评价的客观指标。同时，还需要从师生的主观指标出发，建立客观指标与舒适度、生理健康、学习效率等主观评价指标统一的指标群，达到对学校室内空气质量综合评价的效果。

（作者单位：刘少轩、郭晓萍，教育部教育技术与资源发展中心；沈甸、方鸿斌，华东师范大学；李鼎，上海市中小学数字化实验系统研发中心）

注：本文为教育部教育技术与资源发展中心“中小学室内空气卫生质量现状研究”（HX202106）课题研究成果。

参考文献

- [1] WHO Indoor Air Quality Guidelines, 2010 online at the WHO website
- [2] The SINPHONIE project (Kephelopoulos et al. , 2014), 2014 guidelines and results are online at the SINPHONIE website
- [3] Richard Daniels. Building Bulletin 101 Guidelines on ventilation thermal comfort and indoor air quality in schools. Education and Skills Funding Agency (ESFA), 2018.
- [4] U. S. Environmental Protection Agency. Reference Guide for Indoor Air Quality in Schools [EB/OL] . [2022-05-04] . https://www.epa.gov/iaq-schools/reference-guide-indoor-air-quality-schools#IAQRG_AppendixL_Publications.
- [5] 李鼎，梁涛. 基于二氧化氯的高校传染病常态化预防性消毒体系的建设 [J] . 中国现代教育装备, 2022, 379 (02): 164-168.
- [6] H Schweingruber. Reopening K-12 Schools During the COVID-19 Pandemic: Prioritizing Health, Equity, and Communities [EB/OL] . <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564002>.