



# WELL标准“中国化”之路

——从有美空气条文出发

Presented by

毛华雄

# 目录

1/ “健康建筑” 背景

2/ 中国“国情”与WELL标准的对比

3/ 适应中国“国情”的“健康建筑”

# “健康建筑”背景



- ◆ “LEED” “BREEAM” “绿色建筑” 标识：绿色、节能、环保
- ◆ “WELL”：健康Health、愉悦Well-being、舒适Comfort
- ◆ 实现手段：区别于LEED等，强调现场取样和第三方检测
- ◆ 健康建筑：建筑是一种塑造环境的工具，使人健康、愉悦和舒适
- ◆ 2016年4月在北京组织召开了《健康建筑评价标准》制定研讨会

*Over the same period, strategies to enhance human health and well-being have played a relatively small role in the evolution of building standards.*

*It harnesses the built environment as a vehicle to support human health, well-being and comfort.*

# 中国“国情”和WELL标准的对比

2016年2月WELL V1标准发布，将对人有影响的环境参数分为**七项**，包括空气、水、营养、光、健身、舒适和心理等，共102项性能指标，其中与空气相关的项目有**29项**。

序号	项目	序号	项目	序号	项目
1	空气质量标准	11	基本材料安全	21	置换新风
2	禁烟	12	湿气管理	22	害虫防治
3	通风效果	13	空气吹洗	23	高级空气净化
4	减少有机挥发物	14	空气渗透管理	24	燃烧最小化
5	空气过滤	15	增加通风量	25	减少有毒物质
6	细菌与霉菌控制	16	湿度控制	26	增强的材料安全
7	施工污染管理	17	直接源通风	27	抗菌表面
8	健康入口	18	空气质量监控和反馈	28	可清洁环境
9	清洁协议	19	可开启窗口	29	清洁设备
10	杀虫剂管理	20	室外空气系统		



# 室内污染物浓度限值

美国WELL标准从污染物种类、浓度限值和实时监测3个方面分别提出了要求。

我国目前相关标准主要以GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》的相关规定为准。

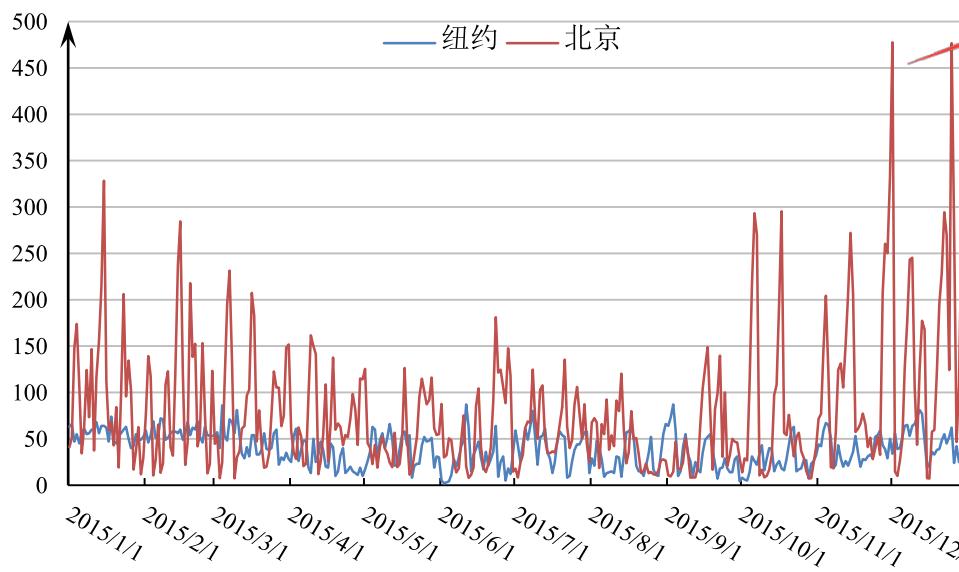
序号	美国WELL标准 (常见污染物浓度限值)			我国标准GB/T 18883—2002 (部分污染物浓度限值)			备注
	参数类别	参数	限值	参数类别	参数	限值	
1	可挥发性物质	甲醛	<27 ppb (0.027 mg/m <sup>3</sup> )	化学性	甲醛	<0.10mg/m <sup>3</sup>	一级: 35 μg/m <sup>3</sup> (GB3095-2012《环境空气质量标准》24h平均)
2		总挥发有机物	<500 μg/m <sup>3</sup> (0.50 mg/m <sup>3</sup> )		总挥发有机物	<0.60mg/m <sup>3</sup>	
3		CO	<9 ppm (9 mg/m <sup>3</sup> )		CO	<10mg/m <sup>3</sup>	
4		PM <sub>2.5</sub>	15 μg/m <sup>3</sup>		PM <sub>2.5</sub>	——	
5		PM <sub>10</sub>	50 μg/m <sup>3</sup> (0.05 mg/m <sup>3</sup> )		PM <sub>10</sub>	<0.15 mg/m <sup>3</sup>	
6		O <sub>3</sub>	51 ppb (0.051 mg/m <sup>3</sup> )		O <sub>3</sub>	<0.16 mg/m <sup>3</sup>	
7	辐射性物质	氡	<4 pCi/L △ (148 Bq/m <sup>3</sup> )	放射性	氡	<400 Bq/m <sup>3</sup>	↑ 2.7

备注: △ 放射性活度的国际单位为贝克勒尔Bq, 美国则习惯用居里Ci。1pCi/ L =37Bq/m<sup>3</sup>

# 室内污染物浓度限值

室内污染物浓度限值与**大气环境**息息相关。

单位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



- ✓ 北京室外PM2.5浓度远高于纽约
- ✓ 污染物通过围护结构缝隙及通风空调系统进入室内

? 严苛标准在中国如何实现

? 难以实现的WELL标准如何推广



# 室内污染物浓度限值

## 污染物的动态监测

- ✓ 前提：室内常见污染物及建筑材料等污染物浓度限值满足要求
- ✓ 典型污染物：颗粒物、CO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>  
(三选二)
- ✓ 设备具有检测、记录（每小时）、传输和屏幕显示功能
- ✓ 数据保存3年

项目	分辨率
颗粒物	≤35000个/m <sup>3</sup> 或 ≤10μg/m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub>	≤25ppm
O <sub>3</sub>	≤10ppb

备注：颗粒物监测仪器的分辨率要求并未说明针对的粒径通道，考虑到WELL标准中仅对PM2.5与PM10浓度限值提出了要求，在实际执行过程中，可认为是对PM2.5与PM10监测仪器的分辨率要求。（可通过计数浓度转换得到计重浓度，因此对计数浓度也提出要求）

# 室内污染物浓度限值

选取CO<sub>2</sub>浓度作为室内污染物的代表

参数类别	美国WELL标准		中国国家标准GB/T 18883—2002	
	要求值	说明	要求值	说明
CO <sub>2</sub>	800 ppm	46.5 m <sup>2</sup> 以上，且人员密度大于0.27人/米 <sup>2</sup> ；95%以上时间满足要求	1 000 ppm	
新风量	41.65 米 <sup>3</sup> / (时·人)	ASHRAE 默认值（人员+面积） <b>提高30%</b> ，人员密度按照0.125人/米 <sup>2</sup> 计算	30 米 <sup>3</sup> / (时·人)	住宅、办公建筑



项目	分辨率
CO <sub>2</sub>	≤25ppm

# 建筑装饰材料污染控制

美国WELL标准

我国相关室内装饰装修材料标准

类型	限值	类型	限值
全氟化合物(PFCs)	禁止添加(占比超过5%的材料,浓度达到或超过100 ppm)	全氟化合物(PFCs)	无规定
卤化物	0.01%	卤代烃	0.1%
邻苯二甲酸酯(增塑剂)	0.01%	无规定	无规定
异氰酸酯基聚氨酯	禁止使用	游离二异氰酸酯基聚氨酯 甲苯二异氰酸酯基聚氨酯 游离甲醛	0.4% 1.0% 0.01%
脲甲醛	0.01%	甲醛挥发量 甲醛挥发量	1.5 mg/L 1.5 mg/m <sup>2</sup>



GB 18580—2001室内装饰装修材料人造板及其制品中甲醛释放限量[S].  
GB 18581—2009室内装饰装修材料溶剂型木器涂料中有害物质限量[S].  
GB 18582—2008室内装饰装修材料内墙涂料中有害物质限量[S].  
GB 18583—2008室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量[S].  
GB 18584—2001室内装饰装修材料木家具中有害物质限量[S].  
GB 18586—2001室内装饰装修材料聚氯乙烯卷材料地板中有害物质限量[S].  
GB 18587—2001室内装饰装修材料地毯、地毯衬垫及地毯胶粘剂有害物质释放限量[S].



涂漆、腻子、胶状物、木质家具、地毯

# 建筑装饰材料污染控制

WELL

- 成品家具、软性装饰
- 5类污染物
- 限值要求严格

国标

- 装饰原材料
- 2类有规定，其余3类仅参考类似污染物
- 要求较WELL明显宽松

执行困难

控制参数无法直接获得

国内外标准不一，不合格情况普遍

现场采样实施难度大



WELL强调的现场和第三方检测将如何实现？

In order to achieve the requirements of the WELL Building Standard, the space must undergo a process that includes an on-site assessment and performance testing by a third party.

# 空气渗透



**WELL标准要求通过测试来检查建筑围护结构的漏风量**

- 建立详细的围护结构的气密性测试计划和补救措施
- 优化建筑的能源效率
- 维持室内空气质量和舒适性



表 1 建筑外门窗气密性能分级表

分 级	1	2	3	4	5	6	7	8
单位缝长 分级指标值 $q_1 / [\text{m}^3 / (\text{m} \cdot \text{h})]$	$4.0 \geq q_1$ $> 3.5$	$3.5 \geq q_1$ $> 3.0$	$3.0 \geq q_1$ $> 2.5$	$2.5 \geq q_1$ $> 2.0$	$2.0 \geq q_1$ $> 1.5$	$1.5 \geq q_1$ $> 1.0$	$1.0 \geq q_1$ $> 0.5$	$q_1 \leq 0.5$
单位面积 分级指标值 $q_2 / [\text{m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})]$	$12 \geq q_2$ $> 10.5$	$10.5 \geq q_2$ $> 9.0$	$9.0 \geq q_2$ $> 7.5$	$7.5 \geq q_2$ $> 6.0$	$6.0 \geq q_2$ $> 4.5$	$4.5 \geq q_2$ $> 3.0$	$3.0 \geq q_2$ $> 1.5$	$q_2 \leq 1.5$

# 可开启外窗和置换通风

## 可开启外窗

WELL标准要求每个正常使用的空间都要有可开启外窗，动态监测系统通过建筑周围环境的臭氧浓度、PM<sub>10</sub>浓度、空气温度和相对湿度等参数，给出是否阻止外窗开启的指示

## 阻止条件

臭氧水平超过51ppb或  
PM<sub>10</sub>水平超过50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

温度高于或低于室内设  
定温度8°C

相对湿度超过60%

## 置换通风系统设计

置换通风系统通过下部送风、上部回风的方式提高通风换气效率。置换通风系统需要进行CFD模拟分析，必须满足下列条件之一，置换通风才可以用于制冷或供热系统：

## 使用条件

当送风口为下部侧送时，送风温度应比室内设计温度稍高或稍低，且系统应以System Performance Evaluation（系统性能评估）或ASHRAE Guidelines RP-94为设计准则

当采用地板送风（UFAD）时，送风温度比室内设计温度稍高或稍低，且该系统必须使用ASHRAE地板送风准则作为设计依据

# 空气冲洗要求

空气冲洗又可称为污染物稀释，是在建筑施工后、正式使用前，对室内强制通入新风，以除去或减少施工导致的污染物残留，如VOCs和颗粒物等

- 空气冲洗前提：室内温度须高于15 °C，相对湿度须低于60%；
- 冲洗方式：
  - 投入使用前一次性冲洗 $4500\text{m}^3/\text{m}^2$
  - 或投入使用前冲洗 $1066\text{m}^3/\text{m}^2$ ，投入使用后冲洗 $3200\text{m}^3/\text{m}^2$

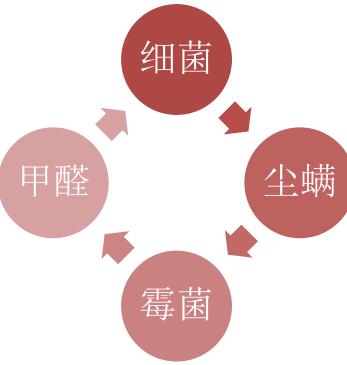
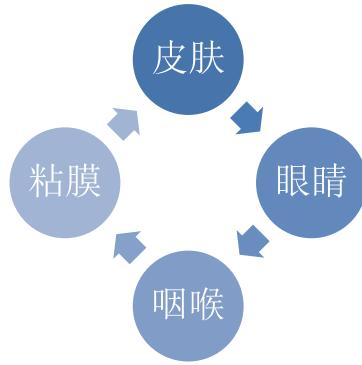


**注意：美国、中国流行空调形式的差异**

美国以集中式空调为主；  
中国除集中式空调外还有大量半集中式系统。

方案	冲洗总风量/ ( $\text{m}^3/\text{m}^2$ )	冲洗时间/h	
		集中式系统（直流系统）	半集中系统
方案一（投入使用前）	4 500	150 (6.25天)	<b>1200 (50天)</b>
方案二	一次清洗 (投入使用前)	1 066	36 (1.48天)
	二次清洗 (投入使用后)	3 200	107 (4.44天)
注：①集中式空调系统按照10次/时换气次数、3 m层高计算冲洗时间；②半集中系统按照 $0.125\text{人}/\text{米}^2$ ，新风 $30\text{米}^3/(\text{人}\cdot\text{时})$ 计算。			

# 相对湿度控制



标准重大差异!

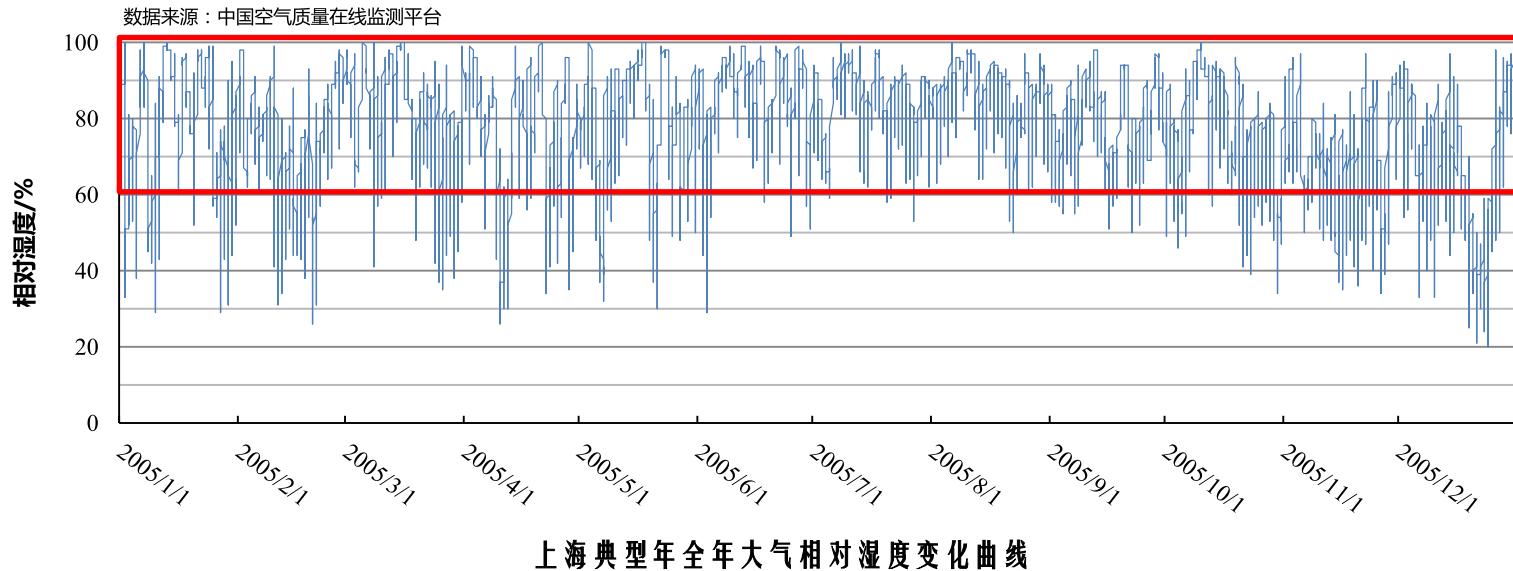
## 湿度限值

类别	WELL标准	设计规范 (GB 50736—2012)	室内空气质量标准
夏季工况相对湿度/%		40~60	40~80
冬季工况相对湿度/%	30~50	≥30	30~60
过渡季	—	—	—

注：①我国标准GB 50736—2012按照热舒适I级标准进行对比分析后给出限值；②美国WELL标准要求95%的时间满足相对湿度要求。

- ? 过渡季仍然有严格的湿度要求（95%以上时间）
- ? 冬季工况，我国仅限定最低湿度30%，WELL标准则需要控制湿度不高于50%
- ? 夏季工况，我国要求湿度为40%~60%或40%~80%，WELL范围收窄要求为30%~50%

# 相对湿度控制



- @ 很大部分建筑需要对现有空调系统的除湿、加湿系统进行改造或增设设备，因此造成投资增加、运行能耗增加
- @ 过渡季可满足自然通风条件的天数减少，进而造成通风和空调能耗增加
- @ 美国WELL标准对相对湿度的允许范围更低，除湿或加湿成本更高

# 空气污染控制

污染源处局部排风是空气污染控制的有效手段

## 局部污染源

- @ 化学品储存柜可能是有害气体和VOCs的来源
- @ 打印机会产生臭氧
- @ 卫生间会有霉菌等



卫生间



吸烟室



打印机



化学品

## 控制方法

WELL标准要求对污染源进行隔离。同时为降低风险，相关使用人员应将其工作范围和邻近区域设定为控制区，限制无关人员进出，同时设置排风在源头将污染物排出。

- ✓ 通过安装闭门器等构件，使房间与相邻空间隔绝
- ✓ 空气直排，不能循环使用

# 空气过滤

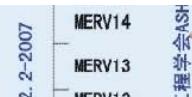
设置适当的过滤装置，以保证室内良好的空气质量。活性炭→吸附有机污染物&大粒径颗粒物  
纤维过滤器可用来过滤小粒径颗粒物

项目	要求
过滤预留	a. 预留未来活性炭过滤器的位置 b. 系统可加装其他过滤器
颗粒物过滤	a. 通风系统使用美国标准中 <b>MERV13</b> （或更高级别）级别的纤维过滤器来过滤室外空气 b. 若申请项目可证明，在一个自然年的95%的时间中，建筑周边1.6km范围内室外 <b>PM<sub>10</sub></b> 和 <b>PM<sub>2.5</sub></b> 浓度在 小于WELL空气质量标准条文限值的( <b>15μg/m<sup>3</sup></b> 和 <b>50μg/m<sup>3</sup></b> )，可选择不进行颗粒物过滤。
空气过滤维护	a. 每年必须向IWBI(国际WELL建筑研究所)提供空气过滤系统维护记录

欧洲标准：F7

国家标准：GZ

美国标准：MERV13



# 适应中国“国情”的“健康建筑”

- ？ WELL标准与我国相关标准有较大差别
- ？ WELL认证手册指出，在进行国际项目（非美国）认证时，极有可能因为当地标准与WELL标准不同，而导致WELL项目的推进困难。

## WELL提供的解决方法

- ✓ 坚持WELL标准的要求
- ✓ 若提供依据证明国内标准的某一项目可以与WELL标准的项目等效，则可向国际WELL建筑研究所（IWBI，the International WELL Building Institute）申请，按照本地标准进行认证。
- ✓ “项目创新”与“替代方案”通道。（注意：以科研成果为支撑）



**借鉴WELL的理念，建立适合中国“国情”的“健康建筑标准”**

# 结束



THANK you



予哲机电工程咨询（上海）有限公司

毛华雄 13764163468

2016年10月26日