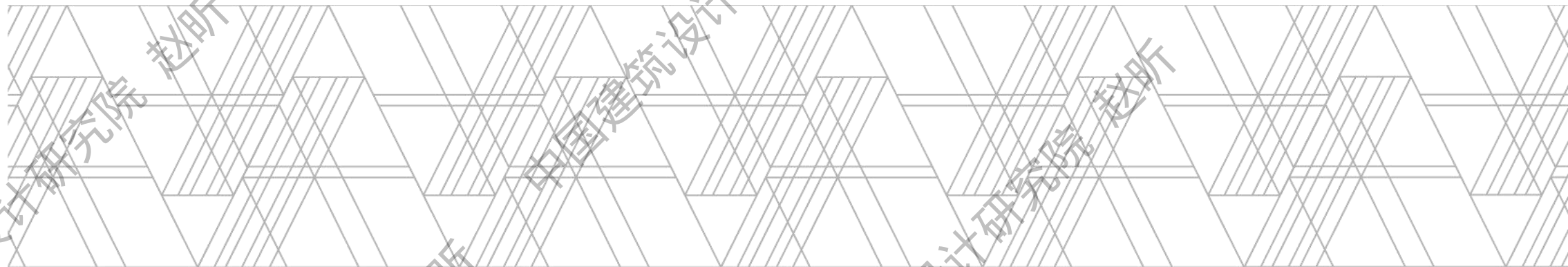


中国建筑设计研究院有限公司

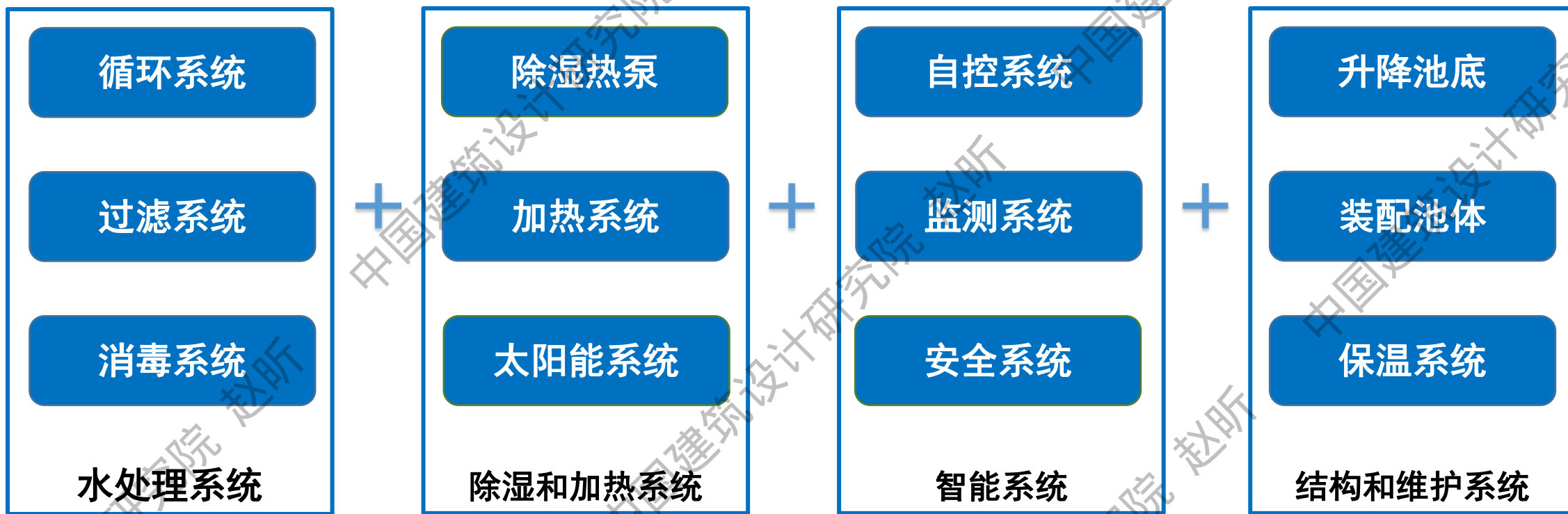
游泳池技术系统和发展趋势



一、技术系统和形势背景

1. 主要技术系统的发展
2. 新形势下的发展方向
3. 绿色低碳的发展理念
4. 游泳池技术标准体系
5. 参考技术标准和手册

1. 主要技术系统的发展



- 系统丰富完善：从最简单的循环、过滤、消毒和加热，扩展出新技术和系统。
- 系统目标提升：水质安全卫生、更可靠的控制和管理，绿色环保和降低成本。

2. 新形势下的发展方向

● 建筑行业的变化：

- 城镇化率达到了65%，2030年城镇化率超过70%，全行业的提质增效。
- 新建项目减少，城市更新成为主要工作。

● 发展模式的变化：绿色发展，对资源能源的节约和保护。

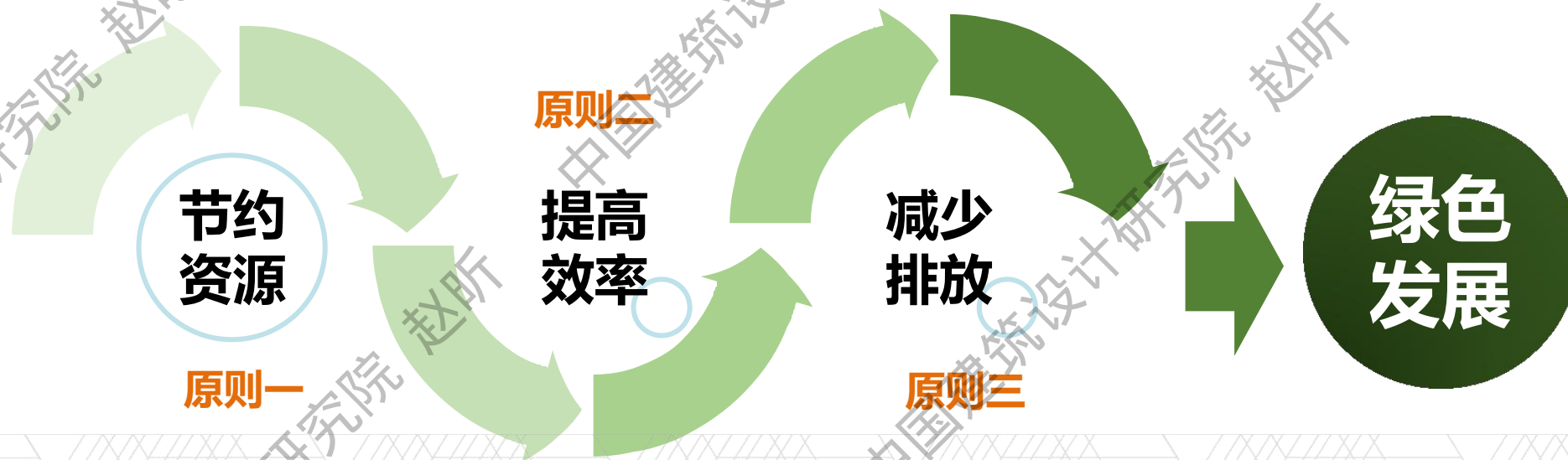
● 发展目标的完善：2030年碳中和，2060年碳达峰。

- 碳排放世界第一：中国碳排放总量已达到世界第一，占全世界总排放量的近三分之一。
- 2030年碳达峰：2015年，习近平在巴黎气候大会向全世界承诺：中国将于2030年左右使二氧化碳排放达到峰值并争取尽早实现，2030年单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降60%-65%。
- 2060年碳中和：2020年9月22日，习近平在第七十五届联合国大会上提出“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。”

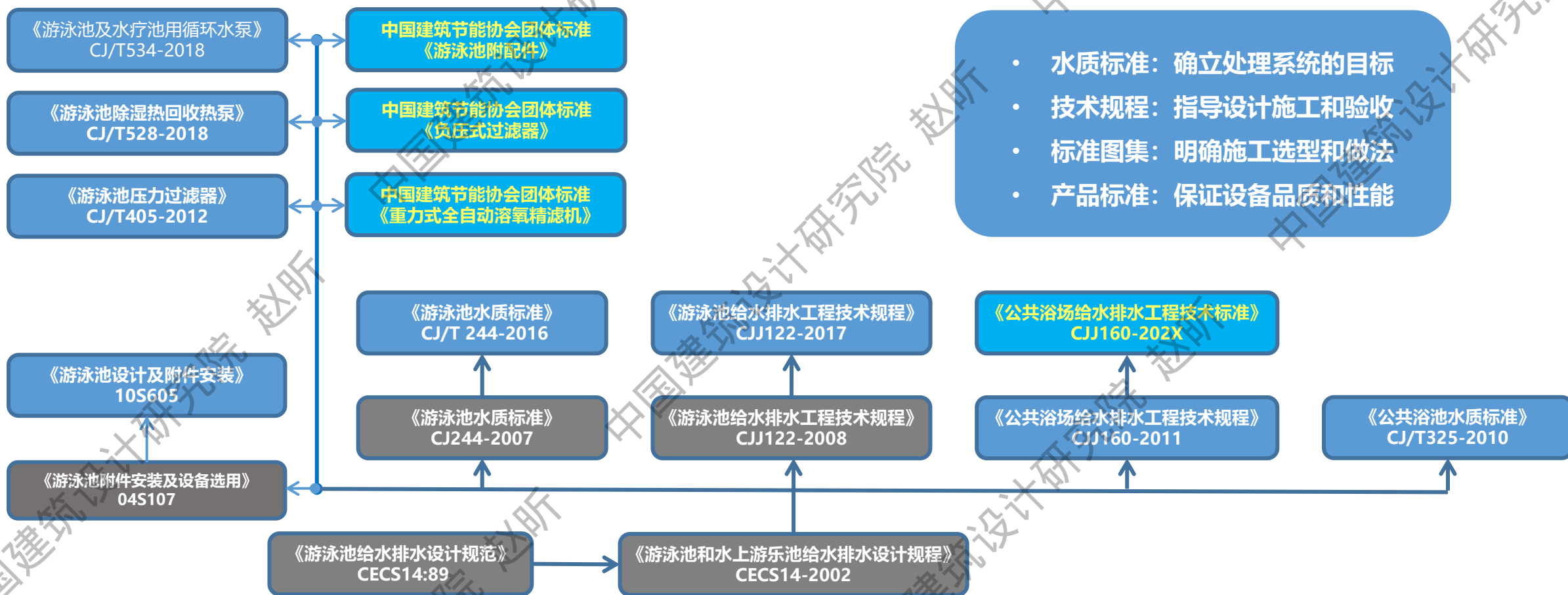


3. 绿色低碳的发展理念

- **绿色发展三原则：节约、高效和减排。**
 - 节约：节地、节材、节能、节水、节钱。
 - 高效：设备高效、运行高效、管理高效。
 - 减排：减少废物、废水、废气，减少碳排放。
- **碳排放：二氧化碳 (CO₂)、甲烷 (CH₄)、氧化亚氮 (N₂O)、氢氟碳化合物 (HFCs)、全氟碳化合物 (PFCs)、六氟化硫 (SF₆)。**
- **碳减排：减少化石能源、环保制冷剂 and 节水。**



4. 游泳池技术标准体系



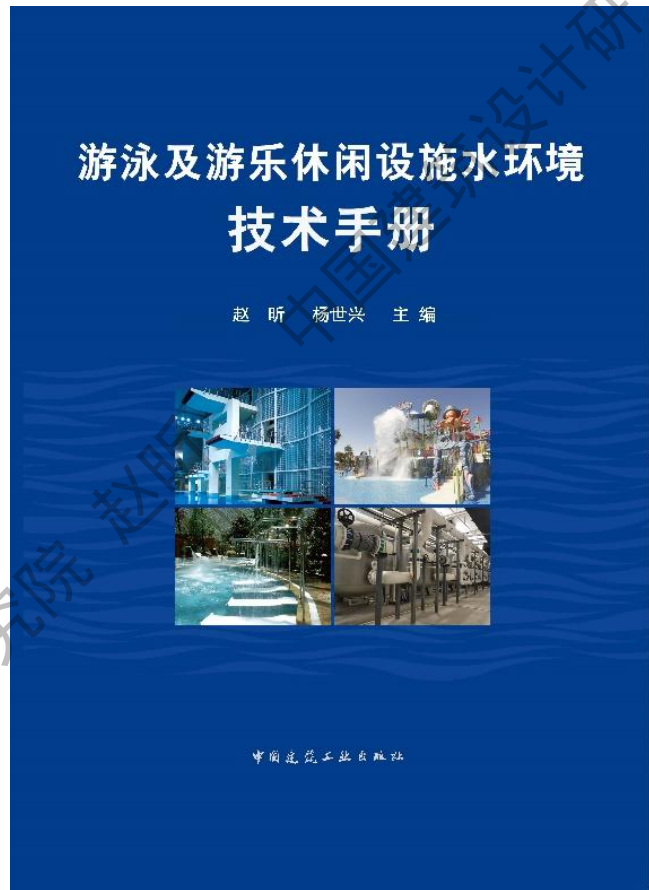
5. 参考技术标准和手册

● 通用设计规范:

- 《室外给水设计规范》GB50013
- 《室外排水设计规范》GB50014
- 《建筑给水排水设计标准》GB50015
- 《建筑给水排水与节水通用规范》GB55020
- 《建筑中水设计规范》GB50336
- 《民用建筑节能设计标准》GB50555
- 《游泳、跳水、水球和花样游泳场馆使用要求和检验方法》TY/T1003

● 技术参考手册:

- 《游泳池及游乐休闲设施水环境技术手册》



二、技术系统的发展要求

1. 循环系统的发展
2. 过滤系统的发展
3. 消毒系统的发展
4. 加热系统的发展
5. 控制系统的发展
6. 结构系统的发展

1. 循环系统的发展

● 循环方式的变化:

- 顺流、逆流和混流。
- 本质：水质均匀，池面清洁，池底清污。

● 影响循环的问题:

- 泳池负荷：水面越大，可以接待的泳者越多；水深越大，可以接待的泳者越少。
- 泳池温度：水温越高，水中微生物滋生越快；水温越低，水质恶化的速度越慢。
- 循环周期：单位水面面积接待的人越多，循环周期应该越短；水温越高，循环周期应该越短。

● 表面溢流回水量:

- 负荷相关：与泳池的水面面积和接待人数直接相关，与水池容积相关性不强。
- 够用就好：溢流水头5mm就可以产生很大的循环流量，足以保证水面清洁。

● 趋势：短循环周期，混流式循环，标准溢流量。

尺寸 (m)	50X25	面积 (m ²)	1250	开放时间 (h)	10
水深	1.2	1.5	2	2.5	3
容积	1500	1875	2500	3125	3750
负荷	2	2.5	3.5	4	4
人数	625	500	357	313	313
循环周期	2	3	4	5	6
循环流量	750	625	625	625	625
处理水量	7500	6250	6250	6250	6250

堰宽 (m)	堰上水头 (m)	秒流量 (m ³ /s)	小时流量 (m ³ /h)
1	0.005	0.001	2.536
1	0.007	0.001	4.200
1	0.01	0.002	7.172

2. 过滤系统的发展

● 过滤的主要方式:

- 石英砂过滤器: 重力式、压力式、负压式。
- 硅藻土过滤器: 烛式、板式。

● 过滤的关键因素:

- 过滤速度: 石英砂: 重力式10-15, 压力式15-25, 负压式15-20;
硅藻土: 烛式5-7, 板式10。
- 过滤精度: 石英砂: 3-5 μm (加絮凝剂); 硅藻土: 1-2 μm (不加絮凝剂)。
- 反冲洗: 反冲洗时间和反冲洗强度。

● 过滤的发展方向:

- 玻璃滤料: 延长寿命, 提高容量, 提高滤速, 减少反冲。
- 硅藻土过滤器: 高效紧凑, 节地节水, 模块化, 小型化和轻量化。
- 重力和负压过滤器: 低成本, 大流量, 集成化。
- 趋势: 绿色低碳化, 长寿命周期, 全自动运行, 低维护管理。

玻璃滤料

滤速35-50m/h、比石英砂轻10%，抑制细菌不板结，省氯50%，纳污量提高40%，从而延长反冲洗周期，省水50%，寿命长达15年，可以再生和回用。

2000年悉尼奥运会竞赛池改造前后参数

项目	砂滤+臭氧+炭滤	硅藻土+臭氧+炭滤	FINA
浊度 (NTU)	0.2	—	<0.1
THM ($\mu\text{g/L}$)	31	1	<20
余氯 (mg/L)	1.58	0.31	0.3 ~ 0.6
化合氧 (mg/L)	1.9	0.05	<0.4

3. 消毒系统的发展

- **消毒的主要方式:**

- 化学消毒剂: 氯消毒、臭氧消毒、溴消毒、金属离子、过氧化氢。
- 纯物理消毒: 紫外线消毒、光催化消毒。

- **消毒的关键因素:**

- 消毒剂毒性: 毒性也是消毒能力, 没有毒性就没有消毒能力。
- 消毒浓度和接触时间: CT值, 消毒能力越强, 需要的接触时间越短。
- 消毒副产物: 三致物质 (致突变、致癌和致畸), 更高的健康风险。
- 长效消毒能力: 正常情况下必须具备的消毒方式。

- **消毒的发展方向:**

- 精确控制: 尽量减少消毒剂量, 提高消毒效率。
- 简化系统: 使用简单药剂降低化学复杂性。
- 高可靠性: 安全、智能、低残留、低副产物。

- **趋势: 最少的剂量, 最好的效果, 最低副产物和最低残留排放。**

- **从目前看, 臭氧和氯仍然是最理想、最广谱的消毒方式组合, 其他消毒方式还需要继续评估和测试。**

最环保的消毒剂 —— 臭氧

- 1、同样浓度的臭氧在水中的杀灭细菌和病毒的效果是氯的600~3000倍;
- 2、由于臭氧的原料是取自空气中的氧气, 使用完之后的副产物是氧气, 可以使泳池周围空气清新, 没有残留物影响环境;
- 3、采用臭氧消毒可以将氯的用量降低到最低程度, 从而消除了致癌致突变物三卤甲烷的产生, 无氯消毒带来异味;
- 4、臭氧具有除色、除味、除嗅和微絮凝作用, 使池水程蔚蓝色;
- 5、臭氧在水处理过程中不改变水的p h 值, 也不受水的p h 值得影响而改变它杀灭细菌和氧化有害物质的功能和效率。

4. 加热系统的发展

● 节能和碳减排:

- 热泵趋势: 可以作为高效的电制冷和制热热源, 替代就地化石燃料锅炉。
- 太阳能: 因为碳中和的要求将再次成为热点, 其产品和系统将进行升级。
- 除湿机: 热回收将成为标准配置, 与加热系统的结合需要进一步研究开发。

● 加热的关键因素:

- 温度控制: 水温、气温、温度变化。
- 传热效率: 换热器的面积和材质。
- 控制精度: 对温度变化的响应。
- 保温措施: 池体、管道和设备, 池面覆盖保温。

● 加热的发展方向:

- 天然制冷剂: 二氧化碳、氨, 更高的产品制造要求。
- 除湿热回收: 与场馆的气密性效果相关。
- 太阳能供热: 在合适的区域成为主能源。

- **趋势: 以节能为先导, 单一能源或方式转向以电力为核心的组合方式, 根据当地气候和建筑情况选择最佳的匹配方式。**

碳中和的影响

- 1、电加热, 包括直接电加热和热泵制冷制热, 都会带来更高的初投资和运行费用, 但是这很可能是未来城市能源的唯一选择, 所以节能就显得更加重要;
- 2、太阳能光热需要比较大的场地和复杂的设备系统, 而且一般必须有较强的辅助能源, 尽管运行费用很低, 但的确太麻烦, 系统的长寿命耐用性是重要问题;
- 3、游泳池的节能变得越来越必要, 我们需要给泳池全系统增加保温、减少反冲洗水量、平衡室温和水温并减少非运行周期时的热损失。
- 4、氨是最佳制冷剂, 考虑到技术和安全因素, 二氧化碳是未来发展方向。

5. 控制系统的发展

● 智能系统的分类：

- 水质监测：常规游泳池水质参数的在线监测和投药计量泵的控制。
- 设备运行：游泳池及SPA全部技术系统的自动化控制和智慧运行。可与水质检测结合。
- 安全监控：以防止泳者溺水为主要目标，兼有经营和管理的功能。相对独立。

● 智能系统的关键因素：

- 信息感知：无论是水质监测、设备运行和安全监控，不能灵敏和可靠感知信息变化，整个系统将失去意义。
- 信息传输：感知到的信息和控制性的信息需要稳定、可靠和快速即时的传输才能使控制目标得以实现。
- 信息处理：包括存储、分析和学习能力，对于游泳池和SPA系统来说，这一步还成本太高，可能借助云技术比较现实。
- 控制器：我们的控制手段可以是水泵、阀门、设备等可动装置，控制器必须稳定可靠，性能优良。

● 智能系统的发展方向：

- 精确控制：控制器的精细化，多样化和全面化。
- 简化系统：系统的模块化，方便组合和更新。
- 高可靠性：低成本，大用量，集成化，大数据。
- 趋势：更全面的智慧控制和管理，物联网技术的应用，大数据和云计算的使用，向无人值守过度。
- 智能系统的发展受到IT技术发展的制约，我们行业的主要研究应该集中在信息感知架构和信息处理模型方面。

6. 结构系统的发展

● 新的结构体系：

- 装配式池体：塑料、钢板、混凝土板；可拆装，一次性；临时设施，永久设施；胶膜饰面，瓷砖饰面。
- 升降式池体：一池多深度，池体多用途。
- 保温系统：维护结构的保温性能，池体和各种系统的保温，池面的保温。

● 装配式池体的应用前景：

- 国家导向：符合国家发展装配式建筑的战略方向，减少在城市中的混凝土和湿作业带来的问题；
- 产品特点：自重轻，施工快，工厂定制现场组装的方式减少噪音、废弃物、粉尘等污染，各适合城市更新。
- 使用灵活：可以根据不同的使用周期采用不同的产品方式，对于短期（5年-10年）使用，拆除更加方便。
- 系统定制：可以根据池体的规模和场地情况，将各种配套系统也在工厂定制，现场组合安装。

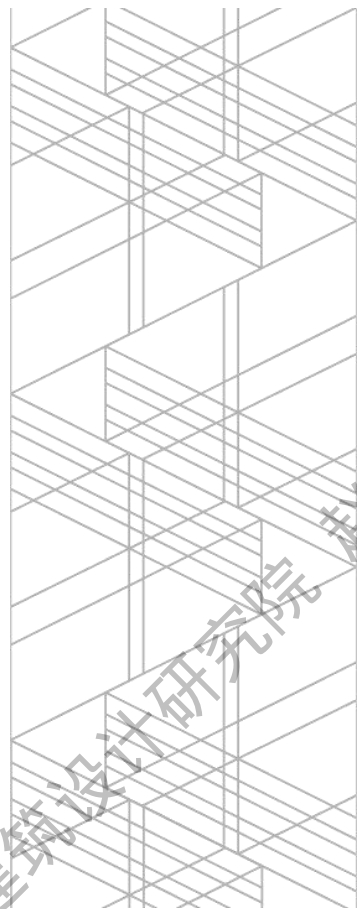
● 升降式池底的应用前景：

- 资源利用：大型竞赛池、跳水池因为深度太大，无法有效利用，浪费了大量的池面资源。
- 资源共享：不同人群需要不同深度的水池，升降池底提供更好地适应性，共享池面资源。
- 多种经营：升降池底完全升至水面上，可以使空间适用于各种非亲水性经营项目。

- **趋势：新型结构系统是应对市场经营需求的产物，可持续发展首先要经济发展可持续，从经营和运营角度思考场馆的建设问题是绿色发展的理念核心。**

三、行业技术发展趋势

1. 行业发展的趋势
2. 技术发展的方向



1. 未来发展的需求

● 水质要求提升:

- 《公共场所卫生标准》GB37488-2019 和《游泳池水质标准》CJ/T244-2016 的要求趋同;
- 游泳者的健康意识增强, 对水质的敏感度、识别度和要求提升;
- 水质问题产生的后果和影响越来越严重。

● 建设条件复杂:

- 改造和加建项目增多, 空间、荷载、初始条件和施工条件的限制很多;
- 临时设施的比重增加, 建设周期和使用周期都与永久设施有很大不同;
- 新建项目要更多考虑运营需求, 运营成本受环保要求的压力逐渐增大。

● 运行管理困难:

- 目前运行过度依靠经验, 大批量的游泳池没有相应专业运行管理人员;
- 运行管理不善对水质、成本、设备寿命和运行安全产生严重负面影响;
- 简单设备系统需要较高的运行经验, 复杂设备系统需要较高的操作水平。

- **趋势: 根据中国国情, 我们不能期望游泳池和SPA行业的技术专业化水平和从业人员数量大幅度迅速提升, 必须从自动化、智能化和智慧化入手, 这也对设备和系统提出了更高的要求。**



2. 技术发展的方向

● 循环系统:

- 灵活的循环方式适应更短的循环周期。
- 变频和变速水泵, 简化系统控制, 提升控制能力;

● 过滤系统:

- 颗粒过滤介质的升级——玻璃滤料 (有待测试评估);
- 硅藻土过滤器的成熟——全自动控制, 反冲废土回收;
- 负压过滤器——以空间效率换过滤效率, 应对超大流量。

● 消毒系统:

- 最简单纯净的氯制剂: 次氯酸钠和次氯酸钙;
- 更加可靠、耐用、智慧和简便的臭氧消毒系统;
- 新型消毒系统和药剂的应用研究 (有待测试评估)。

● 加热系统:

- 以节能为先导的全电力制热供应;
- 能源的回收和梯度利用提高效率;
- 以减碳为目标的产品性能升级。

● 智能系统:

- 智慧系统控制实现无人值守;
- 以大数据和云计算降低成本;
- 模块化系统应对不同级别需求。

● 结构系统:

- 装配式池体改变建设方式;
- 升降式池体改变经营方式;
- 保温系统提升整体节能效果。

技术发展推动行业进步！

中国建筑设计研究院有限公司 总工程师
技术质量中心 副主任

赵昕

教授级高级工程师
注册公用设备工程师
DGNB Auditor
LEED AP

邮箱: zhaox@cadg.cn

