



中国污水处理の発展動態

杭世珺

2016年8月

主な内容

1 水環境整備政策

2 水環境整備のホットな課題

3 汚水処理場の省エネ

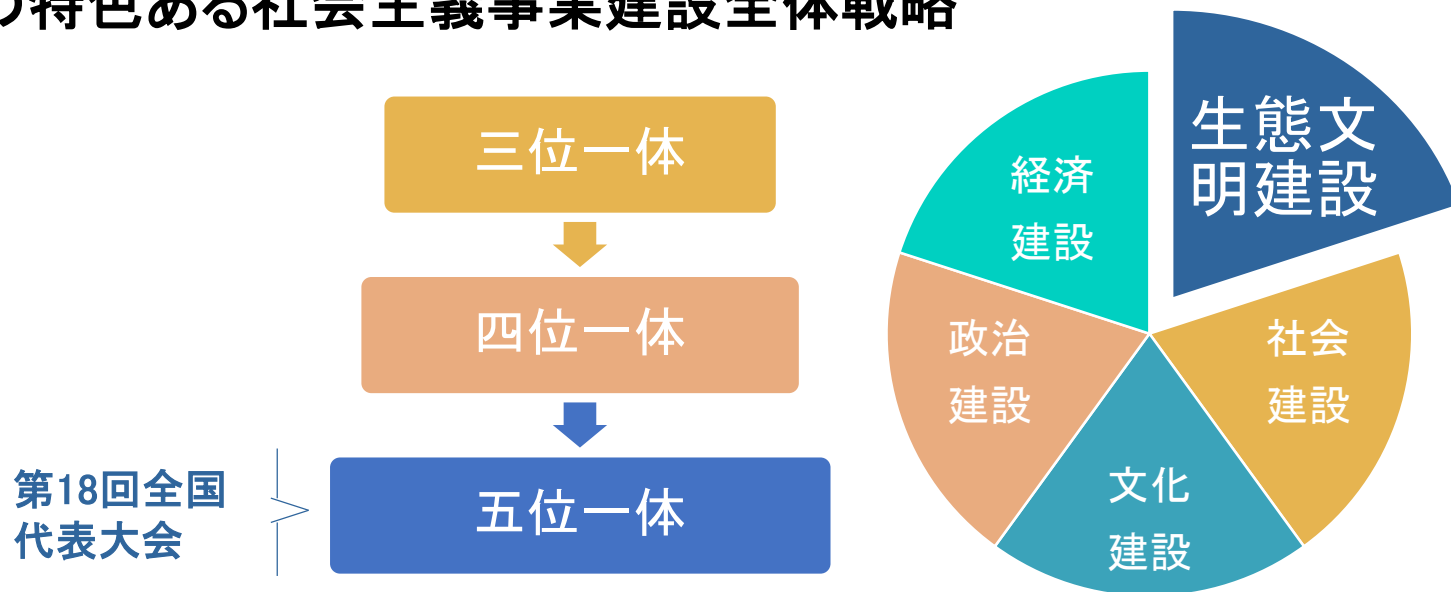
4 課題と要望

1



水環境整備政策

□ 中国の特色ある社会主義事業建設全体戰略



- 五位一体は有機的総体，經濟建設は根本，政治建設は保証，文化建設は魂，社会建設は条件，**生態文明建設は基礎**。
- 生態文明建設の面では、生態系・環境保護にさらに力を入れ、生態文明制度構築を強化し、**グリーン発展**の実現に努め、**美しい中国**を建設する。

生態文明建設戰略：政治局會議（2015.3）

□ 審議《生態文明建設加速化に関する意見》

1. 理 念：“**緑の水と青い山は金山・銀山**”；
2. 基本方針：**節約優先、保護優先、自然回復**；
3. 基本径路：**グリーン発展、循環発展、低炭素発展**；
4. 基本動力：**改革深化、駆動力刷新**；
5. 重要支柱：**生態文化育成**；
6. 事業方式：**重点突破、総体推進**。



水環境整備目標：水質汚濁防止行動計画(水10条)(2015.4)

□ 2020年の主要指標

1. 長江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、遼河の7大重点流域水質Ⅲ類以上の基準達成率を70%以上にする；
2. 地区以上の都市市街化区域の黒臭水体を10%以内に抑える；
3. 地区以上の都市の集中式飲用水水源水質のⅢ類以上の基準達成率を93%以上に
4. 全国で地下水の水質が劣悪なもの割合を15%前後に抑える
5. 沿岸海域水質の優良(1、2類)の割合を70%前後に
6. 北京・天津・河北地域で使用機能を喪失した(V類以下)水体断面比率を15%前後に下げ、長江デルタ、珠江デルタ地域では使用機能を喪失した水体をなくすよう努める

□ 2030年の主要指標

1. 全国7大重点流域で水質優良の比率を全体で75%以上達成；
2. 都市市街化区域の黒臭水体を総体として消滅させる；
3. 都市集中式飲用水水源水質のⅢ類以上の基準達成率を総体として95%前後に。

2 水環境整備の ホットな課題

水環境整備目標：当面のホットな課題

海綿都市

黒臭水体

汚泥処理処置

集合管廊

海綿都市：習近平主席が何度も強調

水資源向上：都市排水システムは限りある雨水を溜めておくことを優先的に考え、もっと自然の力を利用する排水を優先的に考え、自然貯留、自然浸透、自然浄化の“海綿都市”を建設しなければならない。

2015年中央工作會議

2014年京津冀視察協同發展座談會

2014年中央財經指導小組第5回會議

2013年中央都市化工作會議

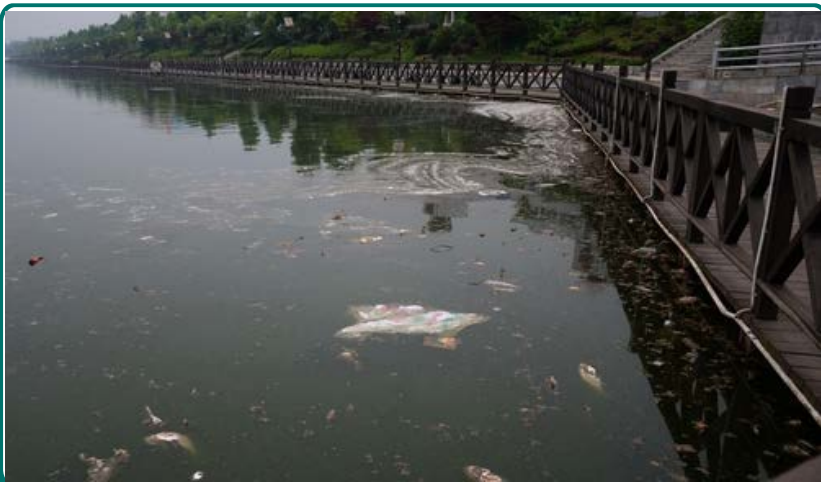


海綿都市：都市における水事業発展の内在的必要性

水生生態破壊



水資源欠乏



水環境汚染



水の安全リスク

海綿都市：理念

GI + LID + SUDS + WUSD

中国的表現

海綿都市



海綿都市とは、都市が海綿のように、環境の変化や自然災害に対応する面で優れた弾力性を有し、降雨時に吸水、蓄水、浸透、浄水を行い、必要時に貯留しておいた水を出して利用するものである。

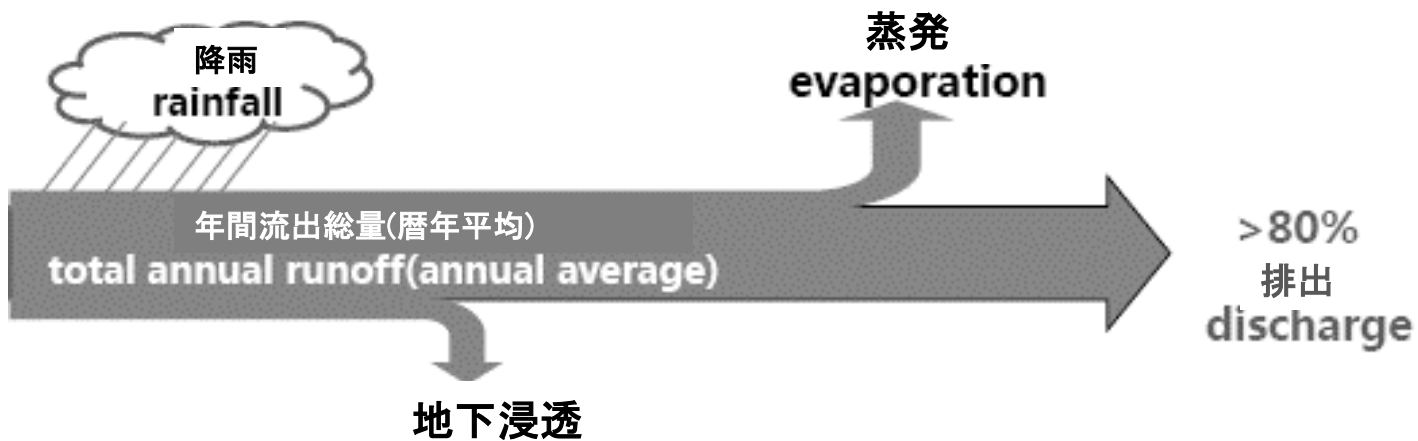
海綿都市：建設の実質



海綿都市：技術體系

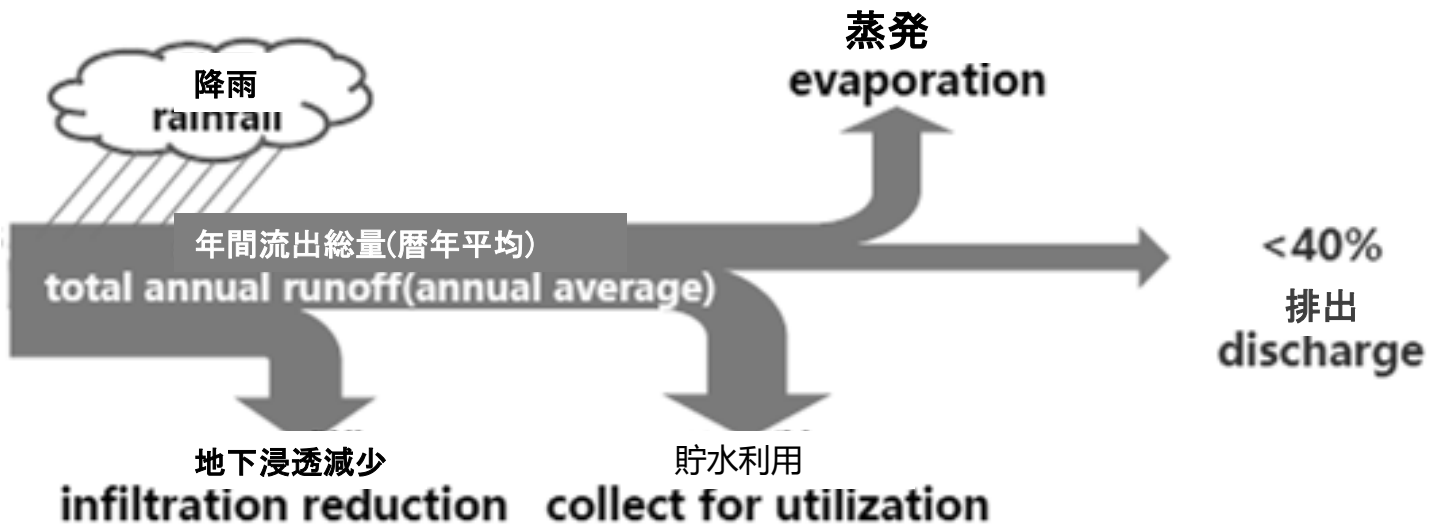
末端整備：

急速排出



海綿都市：

浸透、滯留、貯水、
淨化、用水、排水





- 小雨は溜めない

《室外排水設計規範》(GB50014)
雨水管渠設計基準

- 大雨で冠水させない

《室外排水設計規範》(GB50014)
冠水防止基準

- 水体の濁り・悪臭がない

《城市黒臭水体整備工作指南》

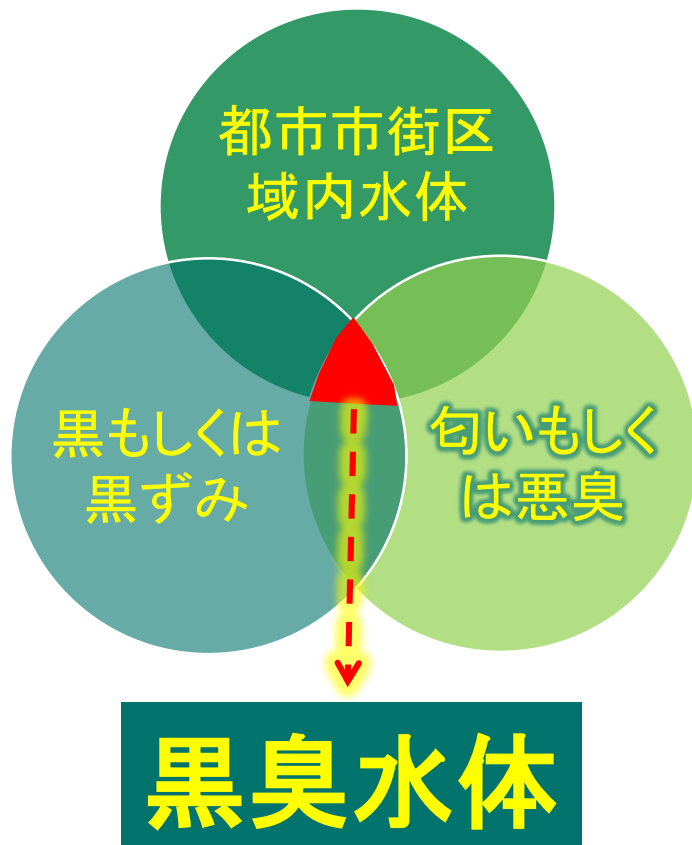
- ヒートアイランド現象が緩和

□ 海綿都市建設推進に関する指導意見(2015.10)

1. 海綿都市とは、都市建設管理を強化し、建築物、道路、緑地、水系等の生態系の雨水に対する吸収、貯留、希釈作用を十分に発揮、雨水の流失を効果的に制御することによって、自然貯留、浸透、浄化を実現する**城市発展方式**である。
2. **海綿都市建設**によって総合的に“浸透、滞留、貯水、浄化、用水、排水”等の措置を採り、都市開発建設の生態系に対する影響を最大限減らし、**70%**の降雨を**現地で吸収利用**する。市街化区域では**2020年**までに**20%**以上、**2030年**までに**80%**以上の面積で目標を達成。

黒臭水体：黒臭水体とは何か

定義1 (指標による)



定義2 (住民の判定による)

60%の住民が
判定したら



黒臭水体

黒臭水体：現状

黒臭水体



黒臭水体全面調査(2016.2)

- **295**の地区以上の都市中
- **218**市で黒臭水体が明らかに
- その割合は**73.9%**

- 合わせて**1861**の黒臭水体の存在が明らかになった。うち河川が**85.7%**；湖沼が**14.3%**
- **60%**の黒臭水体が広東、安徽、山東、湖南、湖北、河南、江蘇等の東南沿海で経済が相対的に発達している地域に分布

黒臭水体：原因

汚水の
直接排水



溢出汚染



生態破壊



黒臭水体：ランク分け

特性指標	軽度黒臭	重度黒臭
透明度 (cm)	25～10*	<10
溶解酸素 (mg/L)	0.2～2.0	<0.2
酸化還元電位 (mV)	-200～50	<-200
アンモニア窒素 (mg/L)	8.0～15	>15

注：* 水深が25 cm に満たない場合、本指標は水深の40%の数値とする。

重度黒臭（検測地点）

- 1項目でも指標の60%以上⇒“重度黒臭”
- 2項目以上が指標の30%以上⇒“重度黒臭”

重度黒臭（区域）

連続する3か所以上の検測地点が“重度黒臭”と判定⇒検測地点間のエリアは“重度黒臭”と判定

重度黒臭（水体）

水体の60%以上の検測地点で“重度黒臭”と判定⇒水体全体を“重度黒臭”と判定

黒臭水体：建設目標

□ 都市黒臭水体整備工作指南(2015.8)

- 1. 2015年末までに**：地区以上の都市の市街化区域で水体全面調査を完了し、黒臭水体の名称、責任者及び基準達成期限を公表。
- 2. 2017年末までに**：地区以上の都市の市街化区域は河川水面上に大面積の浮遊物が無く、川岸にごみが無く、違法な排出口が無いという状態を実現。直轄市、省都、計画単列市では基本的に黒臭水体をなくす。
- 3. 2020年末までに**：地区以上の都市の市街化区域で黒臭水体をいずれも**10%**以内に抑える。
- 4. 2030年**：都市市街化区域で黒臭水体を総体的になくす。

黒臭水体：潜在的な整備の必要性

1.科学的な技術集約体系と完備された維持管理計画

一つだけで黒臭水体の問題を全面的に解決できる技術はない。黒臭水体制御には“**組合拳**”の構築，科学的な集成技術体系が必要。整備された維持管理計画が**黒臭水体制御の長期的効果の維持**を保証する前提であり、“重いものは制御、軽いものは保守”という考え方は水体水質の反復的悪化を招く。

2.黒臭水体治理技術規範の編制、PPPモデル中の効果指標基準

既存の制御技術には設計規範がなく、施工図作成の質が不揃いで、工事建設の運行効果の偏りを招いている。水質、水量、洪水防止基準等を含む評価指標を制定すれば、“**環境整備効果に応じた支払い**”を真に実現でき、政府の財政負担緩和と整備効果の長期的維持に有利である。

3.深水型湖沼水体に対する黒臭制御の専門的集成技術

水深、低流動性、水交換周期の長さ、水環境の低容量という深水型湖沼水体の特性により、**深水型湖沼の黒臭制御は技術が不足し、難度が大きい**。

汚泥処理処置：現状

□ 2015年初頭に住宅建設部が都市污水处理場で発生する汚泥の処理・処置について行った調査結果：

- 建材製造+焼却+堆肥化+衛生埋立=56%
- 臨時処置：3/1
- 汚泥の行先不明：10%前後

□ 発展改革委員会は関係部門と共同で2013年6月に第12次5か年計画期間の全国汚泥処理・処置に対する投資状況について中間評価を行った。その結果明らかになったところでは、本5か年計画が半分を過ぎた時点で、計画では347億元投資となっていたが、実際に使われたのは80億元で、投資達成率は25%。

污泥处理处置：建设目标

□ 水质污浊防止行动计划（水10条）（2015.4）

1. 污水处理设施で生じる污泥は**安定化、无害化、资源化处理**を行い、处理・処置が**基準に達していない污泥を耕地に入れることを禁止**。
2. **不法污泥放置箇所**について一律に**取締**。
3. 既存の污泥处理・処置施設は**2017年末までに**基準達成のための改造を基本的に完了、地区以上の都市の**污泥无害化处理処置率**を**2020年末までに90%以上にする**。



集合管廊：現状

- 2014年10月に住宅建建設が出した目標では、**3年**前後で、全国**36**の大中都市において地下集合管廊のモデル工事を全面的に始動。
- 2015年、すでに69都市で約**1000km**の地下集合管廊建設プロジェクトが始動、総投資額約880億円。
- 2016年には**2000km**以上の都市地下集合管廊建設に着工する(政府活動報告)。



集合管廊：建設目標

□ 新型都市化建設の推進に関する若干の意見(2016.2)

……都市新市街化区域、各種団地、開発区では**道路新設と同時に地下集合管廊建設**を推進……都市の冠水箇所改造を加速化して、雨水・汚水分流配管網改造と排水・洪水冠水予防施設の建設を推進……

□ 都市計画建設管理のさらなる強化に関する若干の意見(2016.2)

……都市新市街化区域、各種団地、開発区で道路を新設する際には**同時に地下集合管廊を建設しなければならず**、旧市街区では地下鉄建設、河川整備、道路整備、旧市街区再開発、バラック地域改造等と合わせて、地下集合管廊建設を段階的に推進しなければならない。地下集合管廊建設基準と技術指針の制定を加速化する。地下集合管廊がある区域では、**各種配管はすべて管廊に入れねばならず**、管廊以外の区域に配管を新設してはならない。

水環境整備目標：水質汚濁防止行動計画(水10条)(2015.4)

□ 都市の污水处理施設の建設・改造を加速化

1. 既存の都市污水处理施設について、当地の事情に応じて改造を行い、**2020年末までに**関連する排出基準もしくは再生利用の目標を達成。
2. センシティブエリア(重点湖沼、重点ダム、沿岸海域合流区域)の都市污水处理施設は**2017年末までに1級A排出基準**を全面的に達成。
3. 市街化区域水体の水質が地表水**IV類**基準に達しない都市で、都市污水处理施設を新設する場合は**1級A**排出基準を適用。
4. 国の新型都市化計画により、**2020年までに、全国すべての県域及び重点鎮**で污水**収集処理**能力を有するようにする。県域、都市の污水处理率はそれぞれ**85%、95%**前後を達成。北京・天津・河北、長江デルタ、珠江デルタ等の区域では計画を1年前倒して達成。

各水質基準中の主要水質係数基準

制御指標	地表水Ⅲ類	地表水Ⅳ類	1級A
COD (mg/L)	20	30	50
BOD ₅ (mg/L)	4	6	10
SS (mg/L)	—	—	10
TN (mg/L)	1.0	1.5	15
NH ₃ -N (mg/L)	1.0	1.5	5 (8) ^a
TP (mg/L)	0.2	0.3	1 ^b
	0.05 ^d	0.01 ^d	0.5 ^c

a—括弧外の数値は水温>12°C時の制御指標、括弧内の数値は水温<12°C時の制御指標

b—2005年12月31日以前に建設されたもの

c—2006年1月1日以降に建設されたもの

d—湖、貯水池

水環境整備目標：水質汚濁防止行動計画(水10条)(2015.4)

□ 配管網建設を全面的に強化

1. 「**城中村**」、旧市街区域及び都市と農村の境界地域の污水せき止め、収集を強化する。
2. 既存の合流排水系統について、**雨水・汚水分流改造**の実施を加速化し、改造困難なものについては、せき止め、貯水、整備等の措置を採る。
3. 新設污水处理施設の配管網は**同時設計、同時建設、同時運用開始**
4. 乾燥地区を除き、都市新市街化区域の建設はいずれも**雨水・汚水分流**を実行し、条件のある地区は**初期雨水**の収集、処理、資源化利用を実施。
5. **2017年**までに、直轄市、省都、計画単列市の市街化区域の污水は**全収集、全処理**を基本的に実現、その他の地区レベル都市の市街化区域でも**2020年末までに**基本的に実現。

水環境整備目標：水質汚濁防止行動計画(水10条)(2015.4)

□ 再生水の利用促進

1. ……工業生産、都市緑化、道路清掃、車両洗淨、建築施工及び生態景觀等に用いる水は、再生水を**優先的に使用**する。
2. 鉄鋼、火力発電、ケミカル、製紙、捺染等の企業で再生水の使用条件を有しながら使用していないものについては、**新規取水量増加を許可しない。**
3. **2018年**から、**公共建築**(単体建築面積が2万平方メートルを超えるもの)、**保障性住宅**(北京市で2万平方メートル、天津市で5万平方メートル、河北省で10万平方メートル以上の集中建設)を**新設**する際には**中水施設**を取り付ける。
4. **2020年**までに、**水不足の都市**の再生水利用率を**20%**以上、**北京・天津・河北区域**では**30%**以上にする。

3 } 汚水処理場の省エネ

省エネの必要性

国としての必要性

- ・ 社会資源使用効率
- ・ 気候変化対応

内在的必要性

- ・ 運行コスト低減
- ・ 技術進歩

- ✓ 《工業省エネ管理弁法》工業・情報化部、2016年6月
- ✓ 《エネルギー技術革命刷新行動計画(2016-2030年)》国家発展改革委員会、国家エネルギー局、2016年4月
- ✓ 《国务院弁公庁 省エネ基準化作業強化に関する意見》国务院弁公庁、2015年3月
- ✓ 《重要省エネ技術及び装備の産業化工程实施方案》国家発展改革委員会、工業・情報化部、2014年11月
- ✓ 《固定資産投資案件省エネ評価・審査暫定弁法》国家発展改革委員会、2010年9月
- ✓ 《固定資産投資工程案件のF/S調査報告“省エネ編(章)”編制及び評価に関する規定》国家計画委員会、国家経済貿易委員会、建設部、1997年12月
- ✓ 《中華人民共和国省エネ法》全国人民代表大会常務委員会、1997年11月制定、2007年10月改訂、2016年7月改訂

省エネの概念

汚水処理場のエネルギー消費

直接的エネルギー消費

- ・ 送風曝気もしくは機械曝気による電力消費
- ・ 汚水・汚泥汲み上げ電力消費
- ・ 汚泥回流による電力消費
- ・ 汚泥濃縮脱水による電力消費
- ・ 攪拌堆流機械による電力消費
- ・ 汚泥消化で使われる熱エネルギー

間接的エネルギー消費

- ・ 再生水・熱源ポンプ等によるエネルギー消費
- ・ 工場エリア内外の照明
- ・ 凝集剤・アルミ塩等の消耗材料生産に必要なエネルギー

全国における都市汚水処理の単位電力消費量

2007年：約**0.236 kwh/トン**

2011年：約**0.259 kwh/トン**

省エネ方式

1.設計段階

- 污水場規模の確定
- 污水处理プロセスの設計
- 設備の選択
- 総合的省エネ設計
- 建築物の省エネ設計

2.建設段階

- 省エネ技術措置
- 節水技術措置
- 材料節約技術措置

3.運行段階

- 管理上の省エネ
- 省エネ改造

省エネ措置：統計分析

典型的な都市2級污水处理場における電力消費 (559基、2006年(楊凌波他))

ユニットプロセス	電力消費量 (kwh/トン)	全体に占める 割合(%)
注水ポンプ	0.06	22.6
格子柵、沈砂池、沈殿池、濃縮池	0.0064	2.4
回流汚泥ポンプ	0.02	7.5
曝気池酸素供給設備	0.145	54.5
汚泥処理	0.028	10.5
化学分析、オフィス等付属設備	0.007	2.6

主なエネルギー消費

污水处理1トンあたりの電力消費は約**0.2~0.3 kwh**、電力費が污水处理コストの約**50%~60%**を占める。

省エネ措置：プロセスの適正化

1.曝気の適正化

設計時に反応池のサイズに応じて曝気機器を適正に配置する、旧式の曝気機器を新型のものに替える、精密曝気制御システムを採用する、等

2.ポンプ運行の適正化

高効率運行により、開閉回数をできるだけ減らす、電気容量補償(大型ポンプ)を利用して効率因子を改善する、流量変化の範囲がやや大きい場合は、速度調整可能電機もしくは多段変速電機を採用

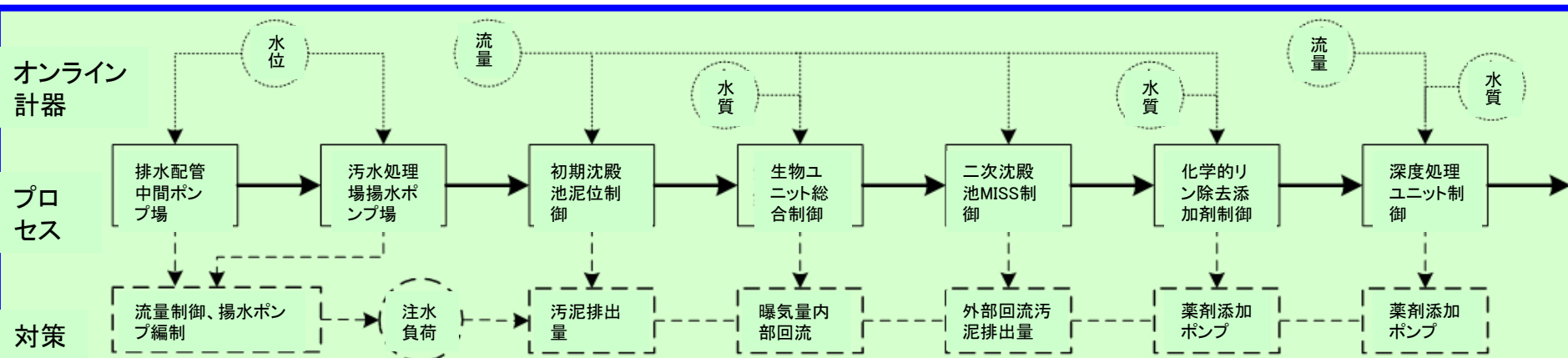
3.新型プロセスの応用

嫌気汚水処理プロセス(EGSB, ASBR, ABR等)、短距離反硝化、嫌気アンモニア酸化、汚泥熱水分解+嫌気消化、新型凝集剤等

省エネ措置の実例：プロセス適正化—AAO

注水負荷フィードフォワード補償及び多プロセスフィードバック制御の全工程制御モデル模型（北京排水集団）

- 溶解酸素・アンモニア窒素結合**精密曝気**流量制御システム
- オンラインデータのリアルタイム取得と前処理、連続データの離散ファジー計算、**フィードフォワード補償**計算及びフィードバックPI演算等のモジュール；
- 注水負荷、温度、汚泥活性等のキー・パラメータをインプット、溶解酸素動態設定値、内部回流量、外部回流量、汚泥排出量等の**プロセス運行係数**をアウトプット。
- **オフライン適正化、オンライン制御、経験総括**等の多様な方法を集成し、プロセス運行担当者にさらに全面的な運行補助ツールを提供する。



省エネ措置の実例：プロセス適正化—酸化溝

嫌気微孔曝気一体化酸化溝技術（北京市環境保護科学研究院）

嫌気技術と新しい微孔曝気酸化溝技術を融合した新プロセスで、通常の脱硝酸リン酸化溝よりエネルギー消費を10%～15%減らすことができる。



- 間歇曝気A2/C酸化溝技術
- 立体循環一体化酸化溝技術

酸化溝プロセス

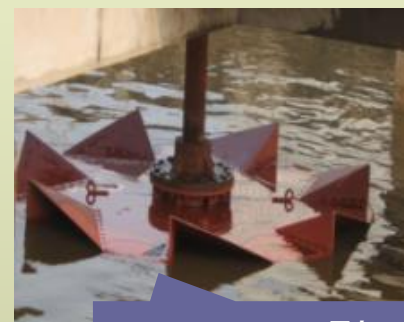
省エネ型曝気設備
(安徽国禎環保節能科技
股份有限公司)



DS3500A型
1.82kgO₂/kWh



DS3500B型
2.05kgO₂/kWh



DS3500C型
2.37kgO₂/kWh

省エネ措置の実例：プロセス適正化——初期沈殿池

改善除リン脱硝性能を改善した初期沈殿(発酵)前処理システム
(国家都市給水排水工程技术研究中心)

- プロセスパラメータ:

- 表面負荷率 $3\sim 5\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$, HRT : $30\sim 60$ min

- 汚泥固体滞留時間 $1\sim 5$ d

- 浮遊汚泥層の高さを沈殿池高さの $30\%\sim 90\%$ に制御

- 処理効果:

- 出水VSS/SS比値が $15\%\sim 50\%$ アップ

- 揮発性脂肪酸濃度 $20\%\sim 150\%$

- 後続効果:

- MLVSS/MLSS比値が $10\%\sim 20\%$ アップ

- 生物池の容積利用率が 25% 以上アップ

- 外部炭素源投入必要量を 25% 以上節約

省エネ措置実例：プロセス適正化—汚泥処理

- 嫌気消化前処理（熱水分解）
- メタンガスの浄化と利用（メタンガス純化、車両用ガス）
- 太陽エネルギーによる汚泥乾燥
- 汚泥濃縮・脱水一体化技術
- 汚泥減量化技術
- 汚泥静態好気堆肥（柔軟曝気）



4 } 課題と要望

日本企業の支援と助力を求める

- 1 水環境の生態修復(河川流域、湖沼水系)
- 2 合流制御システムの改善(初期雨水、貯水システム、既存の配管診断と修復)
- 3 村と町の小規模汚水処理・汚泥処理処置の適用技術
- 4 小規模処理場の全自動運転システム(無人保守)
- 5 汚泥資源化再利用(メタンガス精錬による車両用ガス製造, メタンガスによる燃料電池用水素製造、リン回収技術)
- 6 嫌気性アンモニア酸化の主流汚水処理技術
- 7 低曝気活性汚泥法
- 8 汚泥安定化の基準と指標
- 9 深水型湖沼水体の黒臭に対する制御技術



ご清聴ありがとうございました