

传统净水工艺对浊度去除 的优化和意义

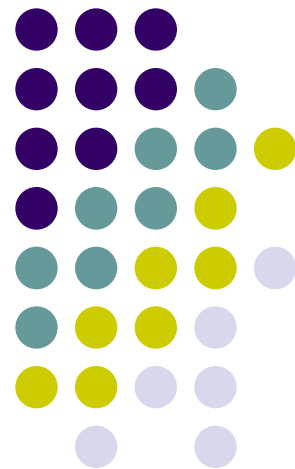
解跃峰

中组部“千人计划”国家特聘专家

清华大学环境学院教授

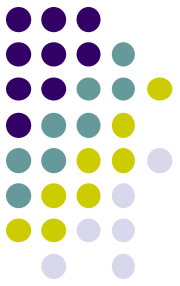
美国宾州州立大学州府学院教授

2011年9月19-20日



PENNSTATE





浊度标准的意义

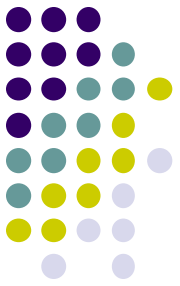
- 对饮用水来讲，浊度不仅是一个的感官指标，更是一个重要的微生物指标。
- **1993年，美国密尔沃克市爆发由饮用水引起的隐孢子虫病，导致30-40万居民患病，100人死亡。在流行病爆发前一周，出水浊度异常，高达1.5 NTU。**



浊度对水质的其它影响

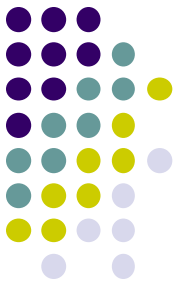
- 对化学消毒的影响
- 对紫外消毒的影响
 - 遮掩或吸收紫外光





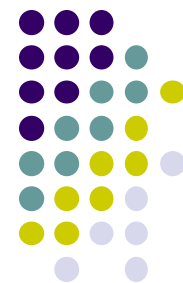
浊度标准的历史

- **1984 年以前: <25 NTU**
- **1984年, 世界卫生组织**
 - **<5 NTU, <1NTU 如果添加消毒剂**
- **1989年, 美国环保局**
 - **<1 NTU 地表水滤后出水 (SWTR)**
- **1998年, 美国环保局**
 - **<0.3 NTU 地表水滤后出水 (IESWTR)**
- **USEPA和水行业合作项目: <0.1 NTU**



中国的浊度标准

- 《生活饮用水卫生标准》（**GB5749-85**）
 - **< 3 NTU**
- 《生活饮用水卫生标准》（**GB 5749-2006**）
 - **<1 NTU**
- 浙江省城市供水现代化建设供水优质标准
 - **<0.1 NTU**



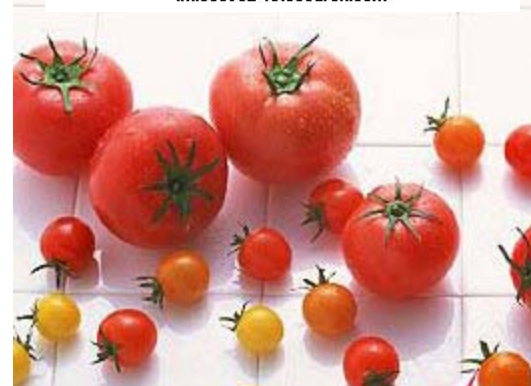
滤池对浊度去除的优化



bld055962 fotosearch.com



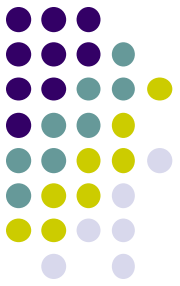
- 遗传
 - 滤池设计
- 食品
 - 预处理
 - 混凝，絮凝，沉淀
- 锻炼
 - 反冲洗





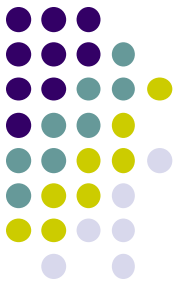
主要设计因素

- 预处理设施
- 滤池设施
 - 不建议设计新的虹吸滤池
- 滤后设施
- 水厂水力分布



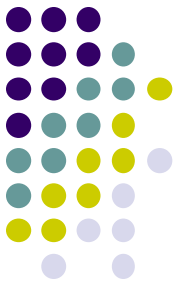
预处理工艺评估

- 药剂投加系统
- 混凝
 - 药剂投加与混合
- 絮凝
 - 时间和搅拌强度
 - 水力搅拌与机械搅拌
- 沉淀



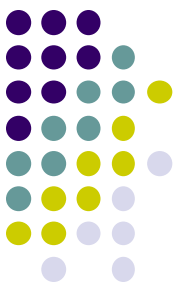
化学预处理

- 化学预处理
 - 浊度: **84-96%**
 - 大肠杆菌: **97-99.95%**
 - 贾第虫: **100%**
- 无化学预处理
 - 浊度: **35-57%**
 - 大肠杆菌: **60%**
 - 贾第虫: **80-91%**



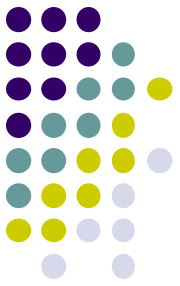
典型预处理问题

- 沉淀后出水发雾不清
- 大量絮体流到下个工艺
- 絮体脆弱
- 冲洗后，出水初始浊度太高
- 冲洗后，出水浊度降低速度缓慢
- 水头损失增加速度过快
- 泥球集结速度过快



滤速管理

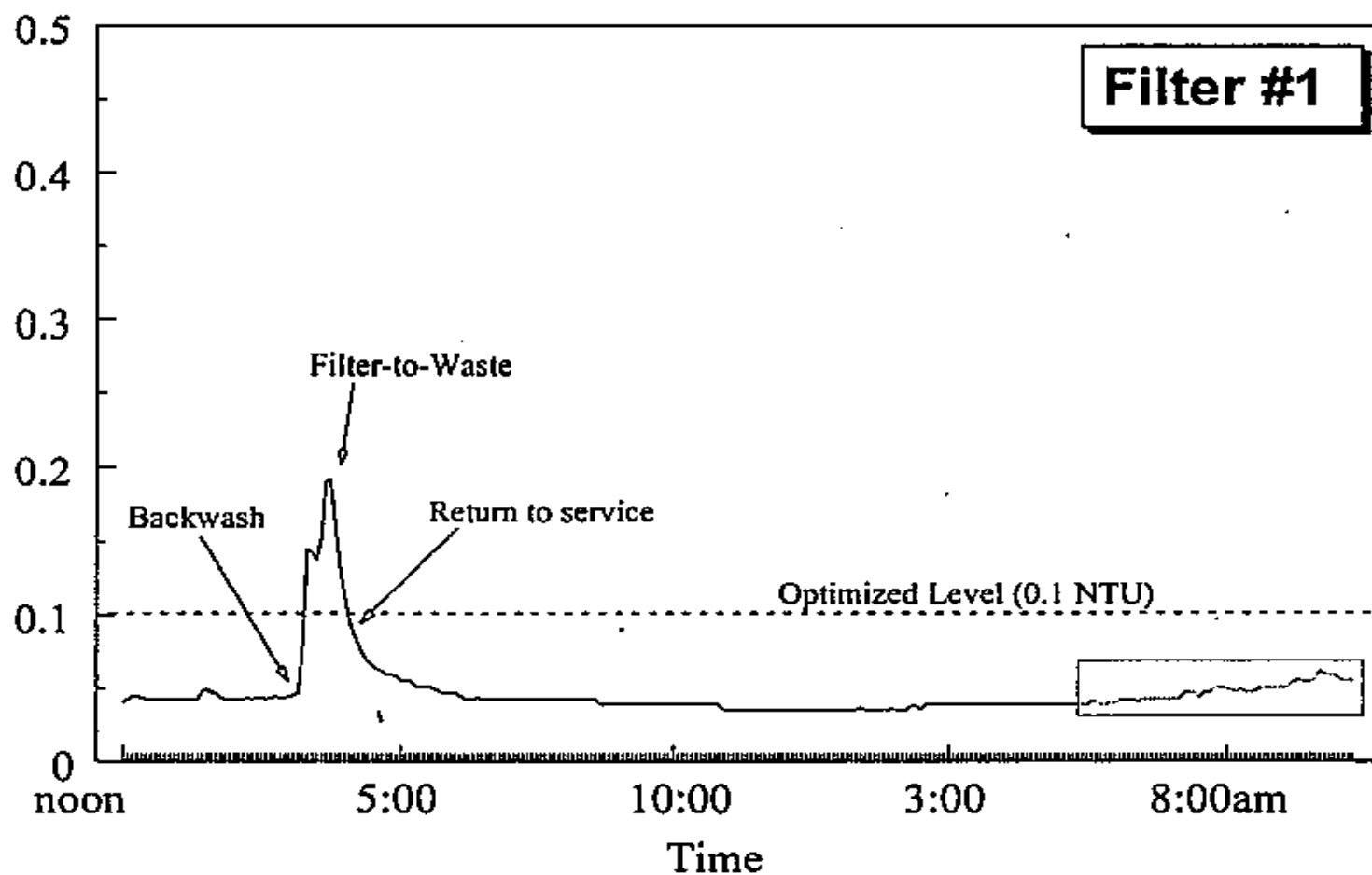
- 滤速波动是过滤操作最致命的因素
- 瞬时滤速增加**25%**与在**10**分钟内滤速增加**25%**相比：出水中絮体相差**30**倍
- 建议滤速增加速率为 每分钟**1-3%**



滤池反冲洗

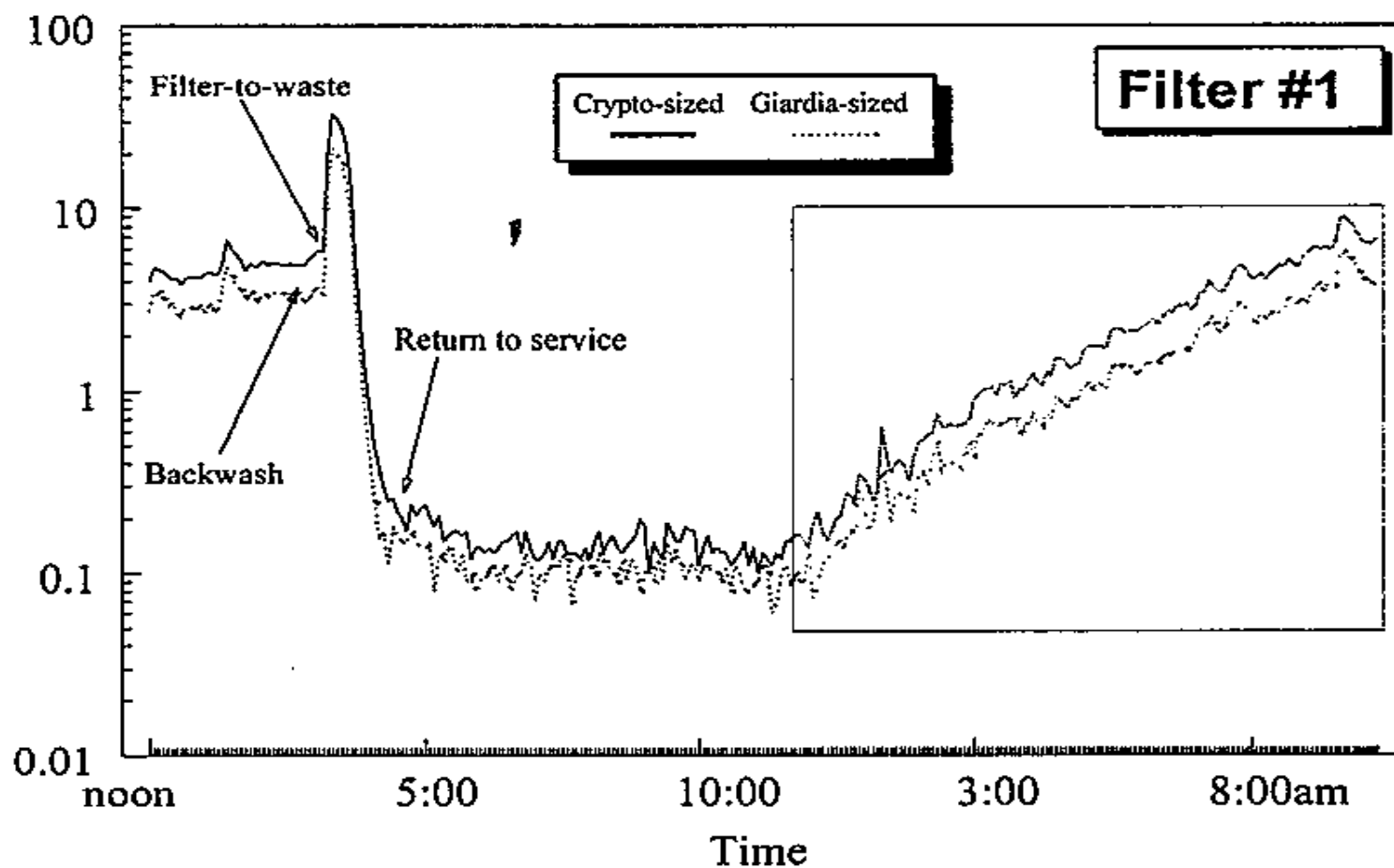
- 二个容易被忽视的重要影响因素：
 - 水温
 - 滤料的不均匀系数

Turbidity (NTU)

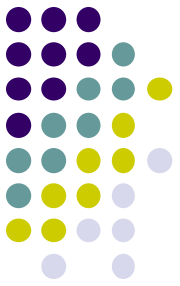


A filter with a slight turbidity increase near cycle's end.

Counts per mL



The same filter run produces increasing particle counts.



反冲洗时间

- 反冲洗水浊度
 - 10 NTU (Cleasby & Logsdon, 1999)
 - 10 to 15 NTU (Kawamura, 2000)
 - 1 to 2 NTU (Amburgey, 2003)

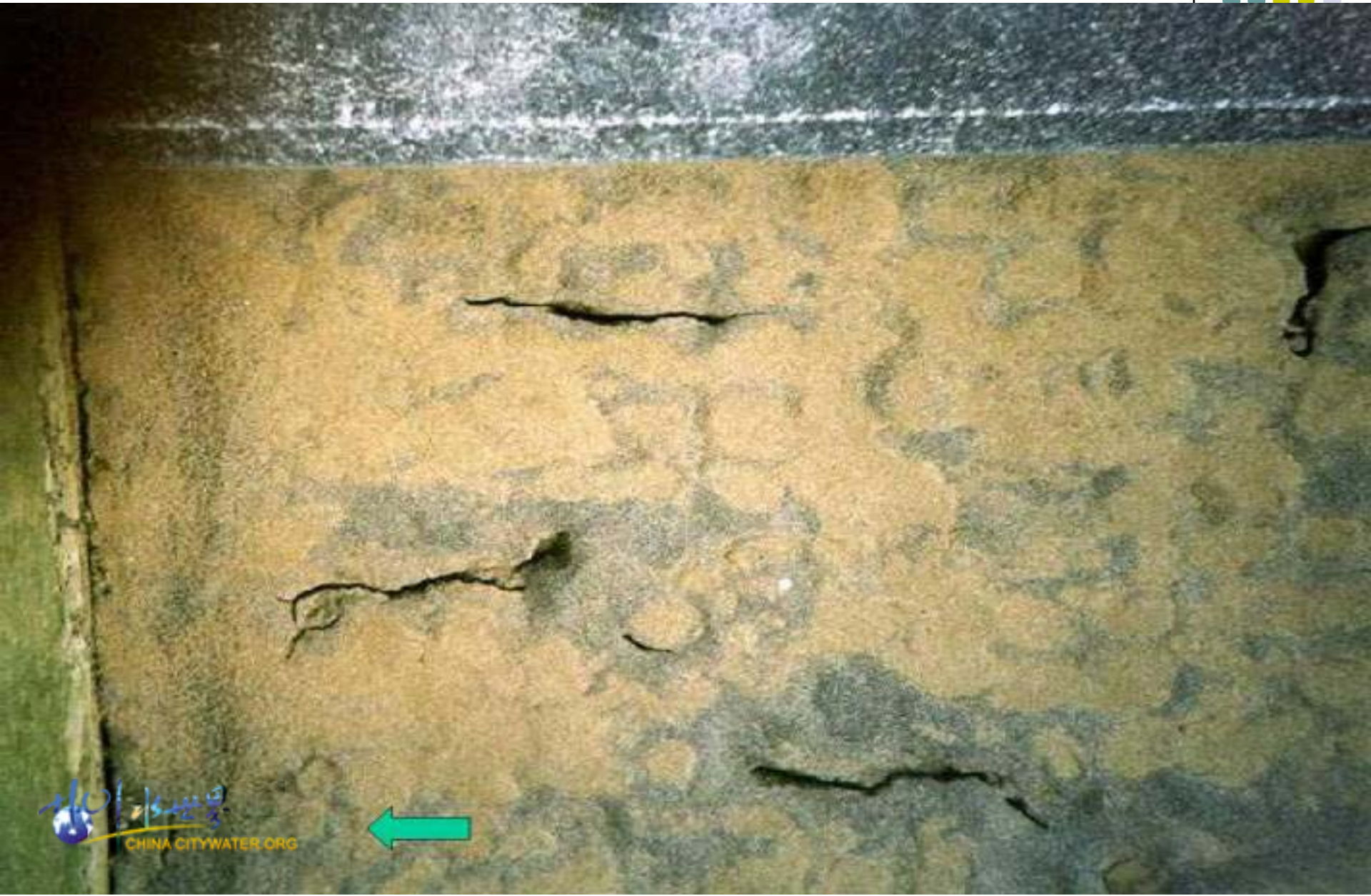
滤层表面不均匀



沙层沸腾



滤床裂缝



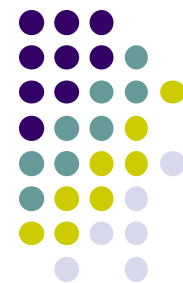
泥球



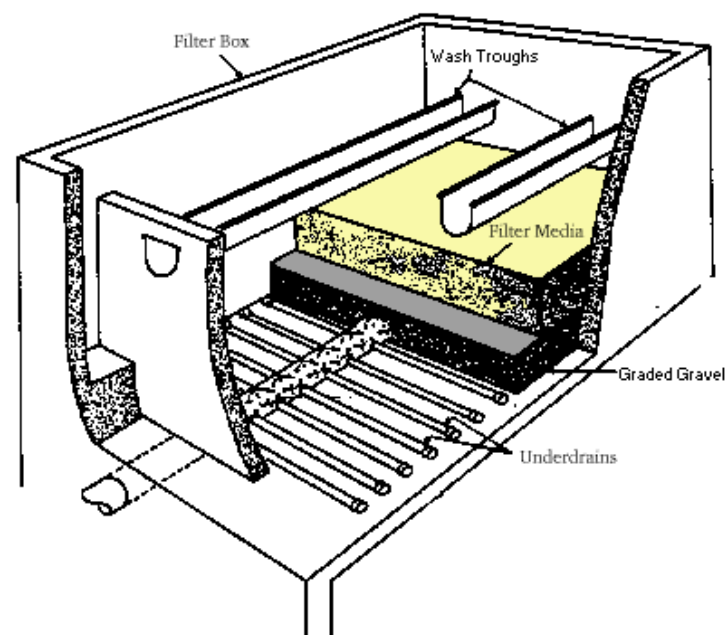
滤床塌陷



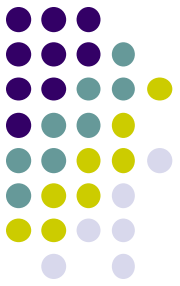
滤池检查



- 滤料厚度及均匀度
- 滤料含泥量
- 反冲洗时滤层膨胀率
- 滤料颗粒变化
 - 尺寸
 - 表面结构



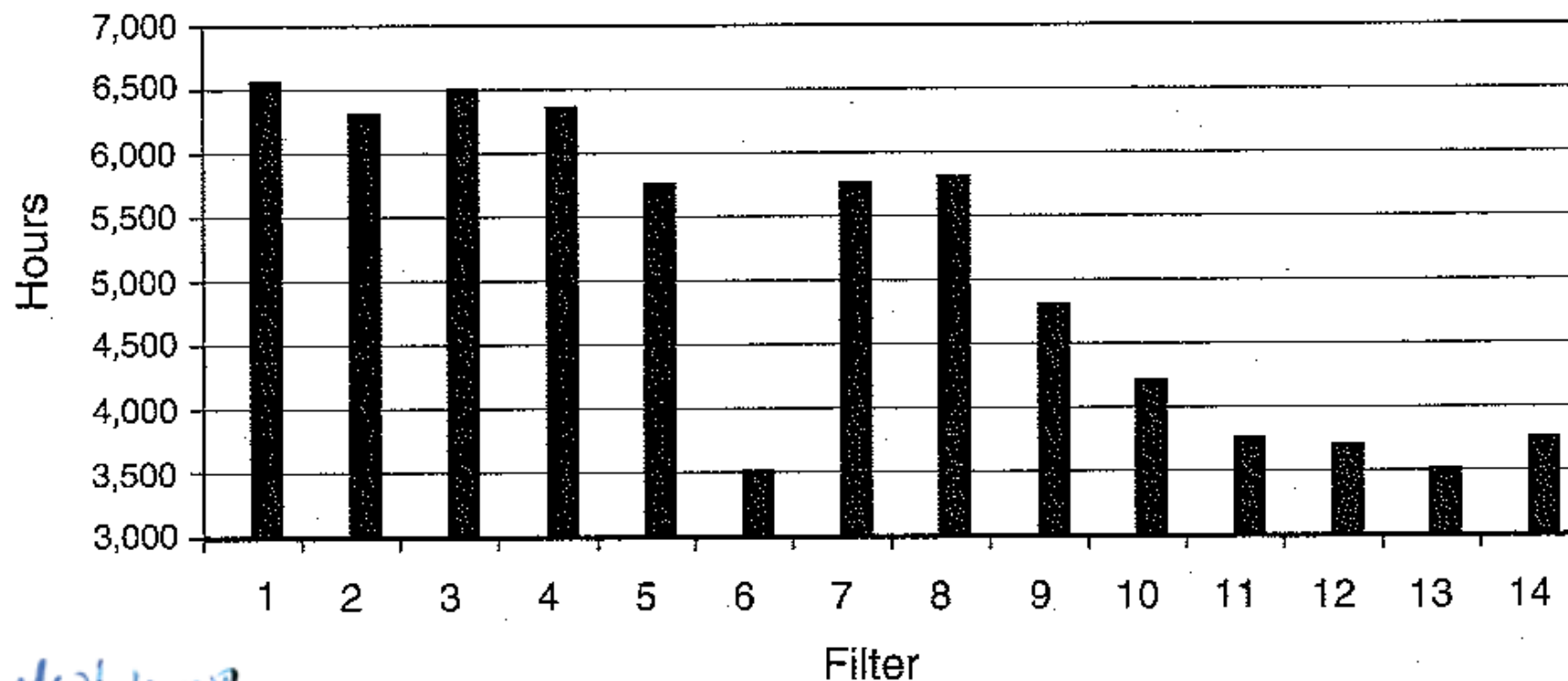
检查滤料

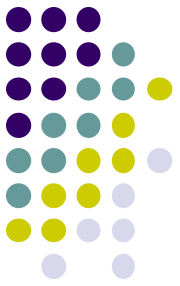




滤池运行时间分析

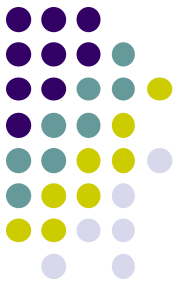
Filter Run Hours Analysis



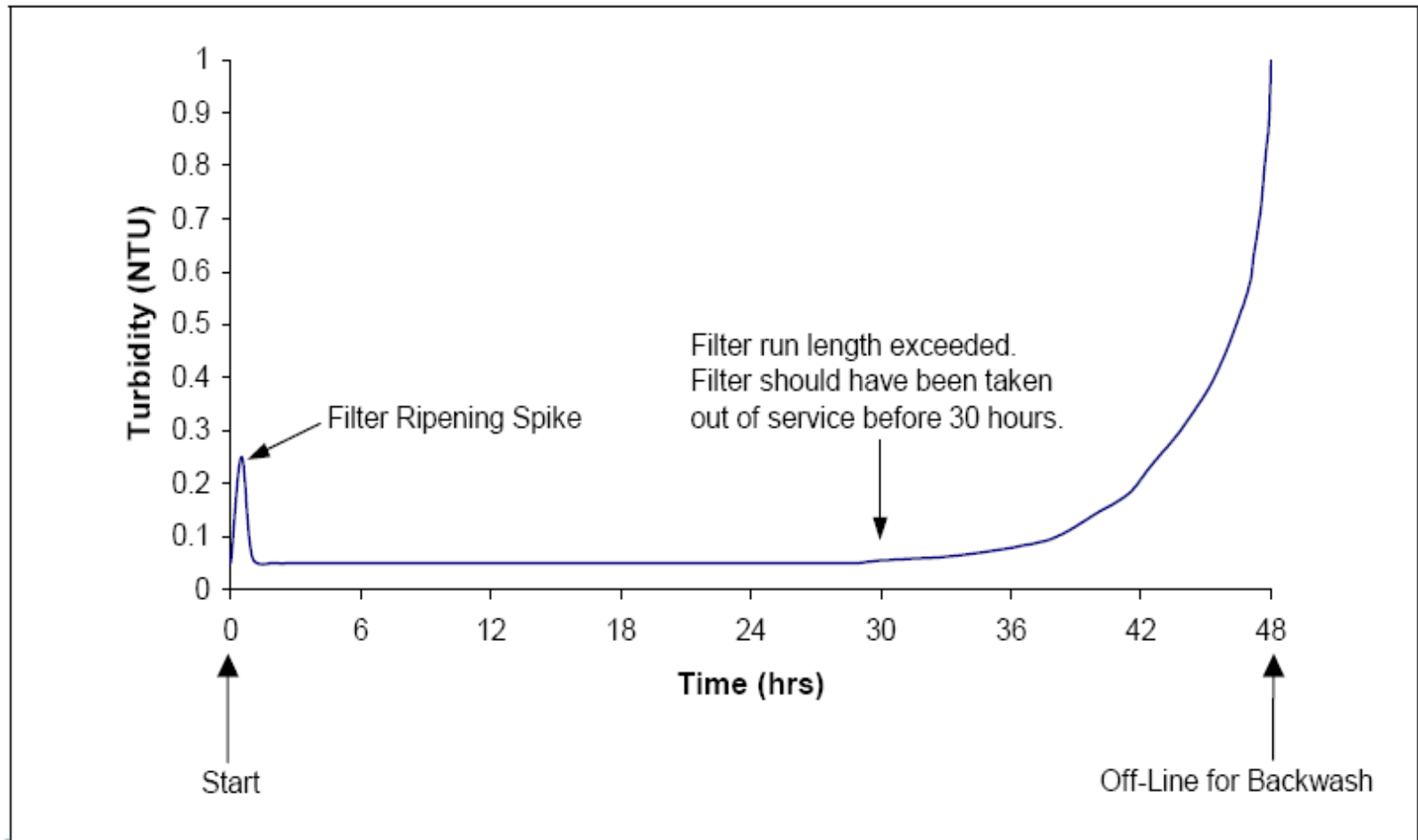


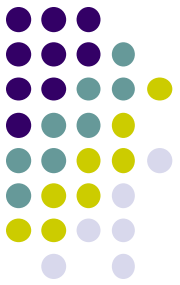
滤池出水浊度图分析

- 典型滤池出水浊度图
- 导致滤池出水浊度图变化的原因
- 分析高出水浊度的原因与问题
- 为滤池优化提供依据

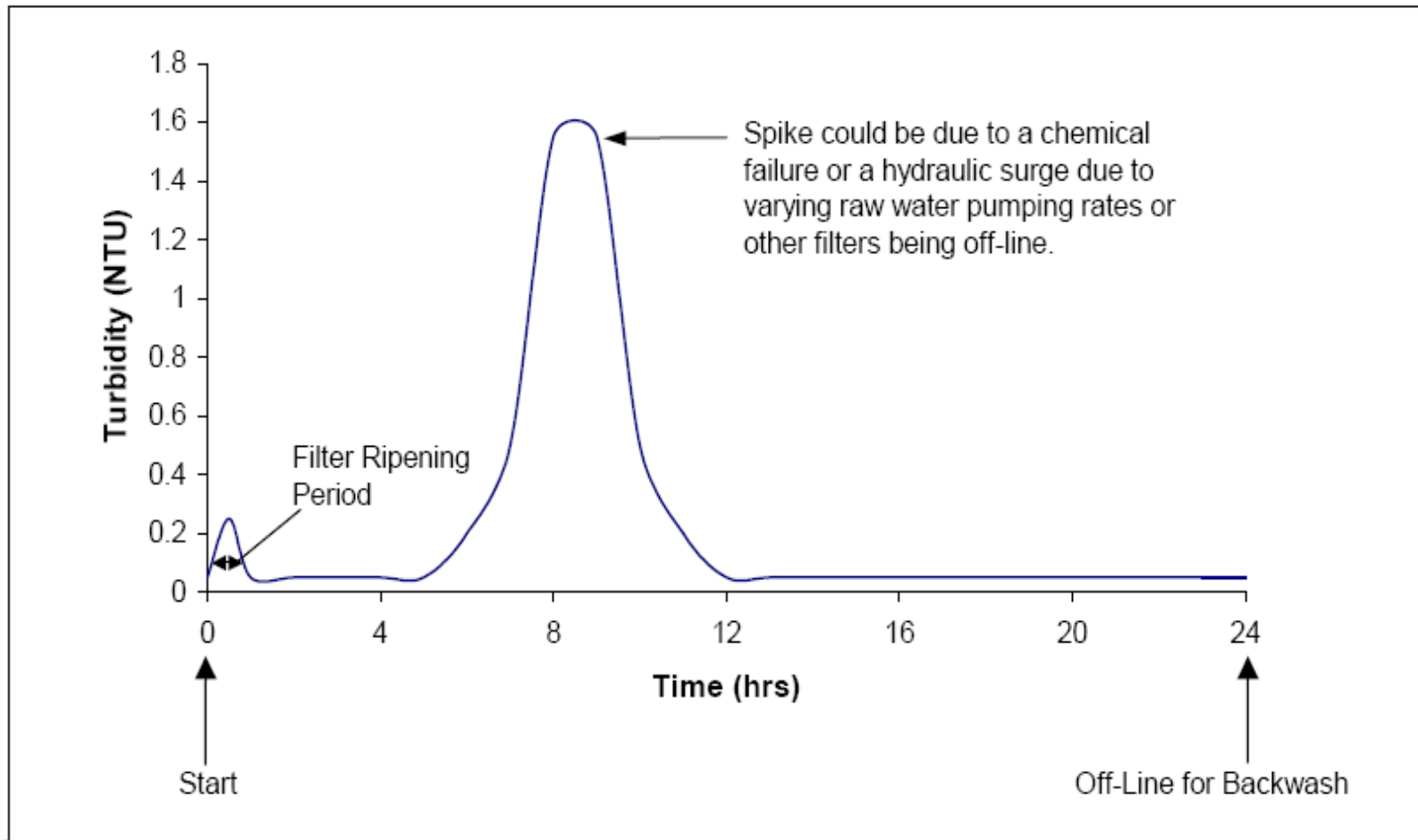


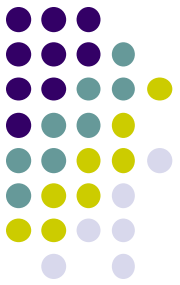
滤池出水浊度图 - 后期浊度升高



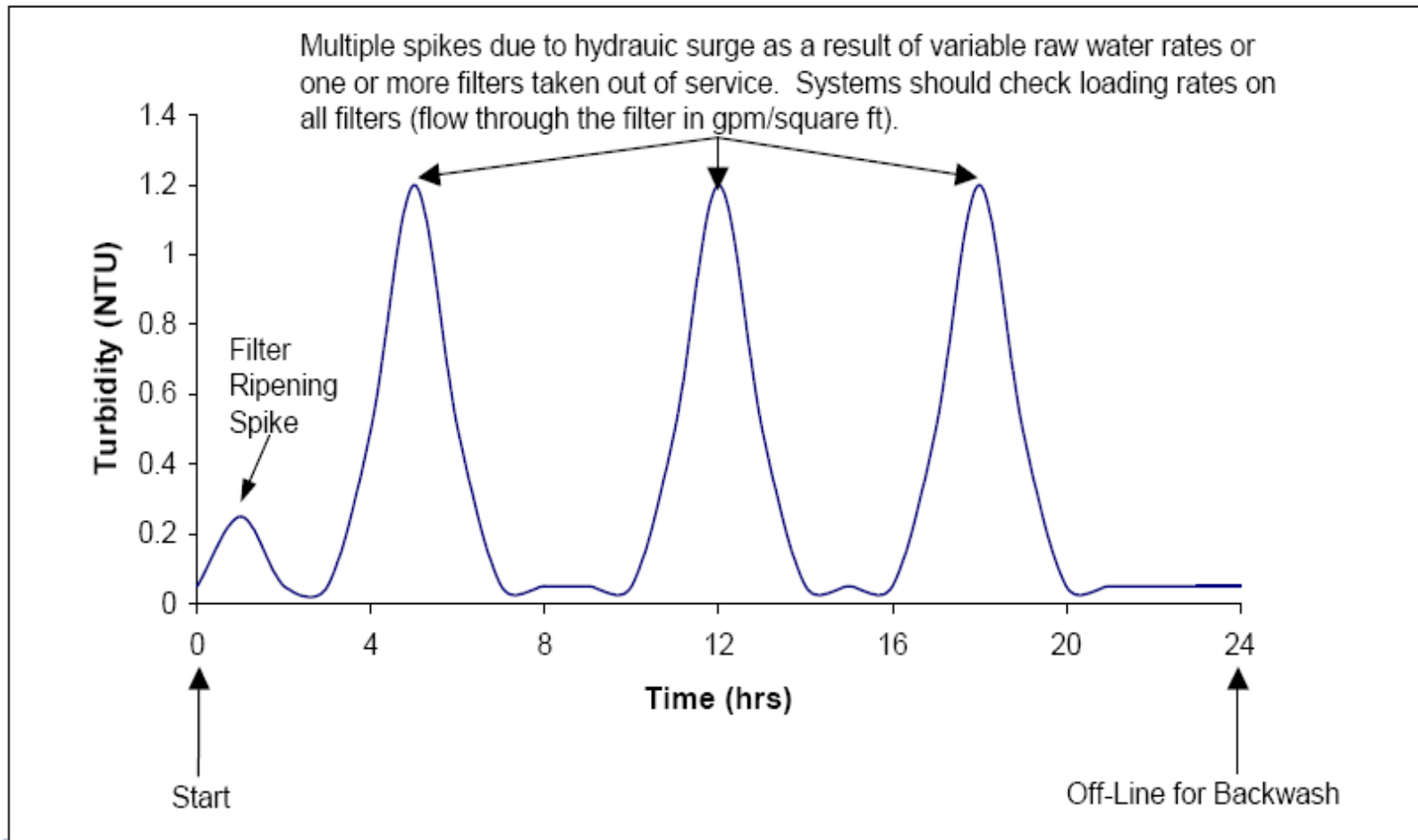


混凝剂投加问题或水力波动





滤池出水浊度图 - 多个浊度峰值



滤池熟化时间过长

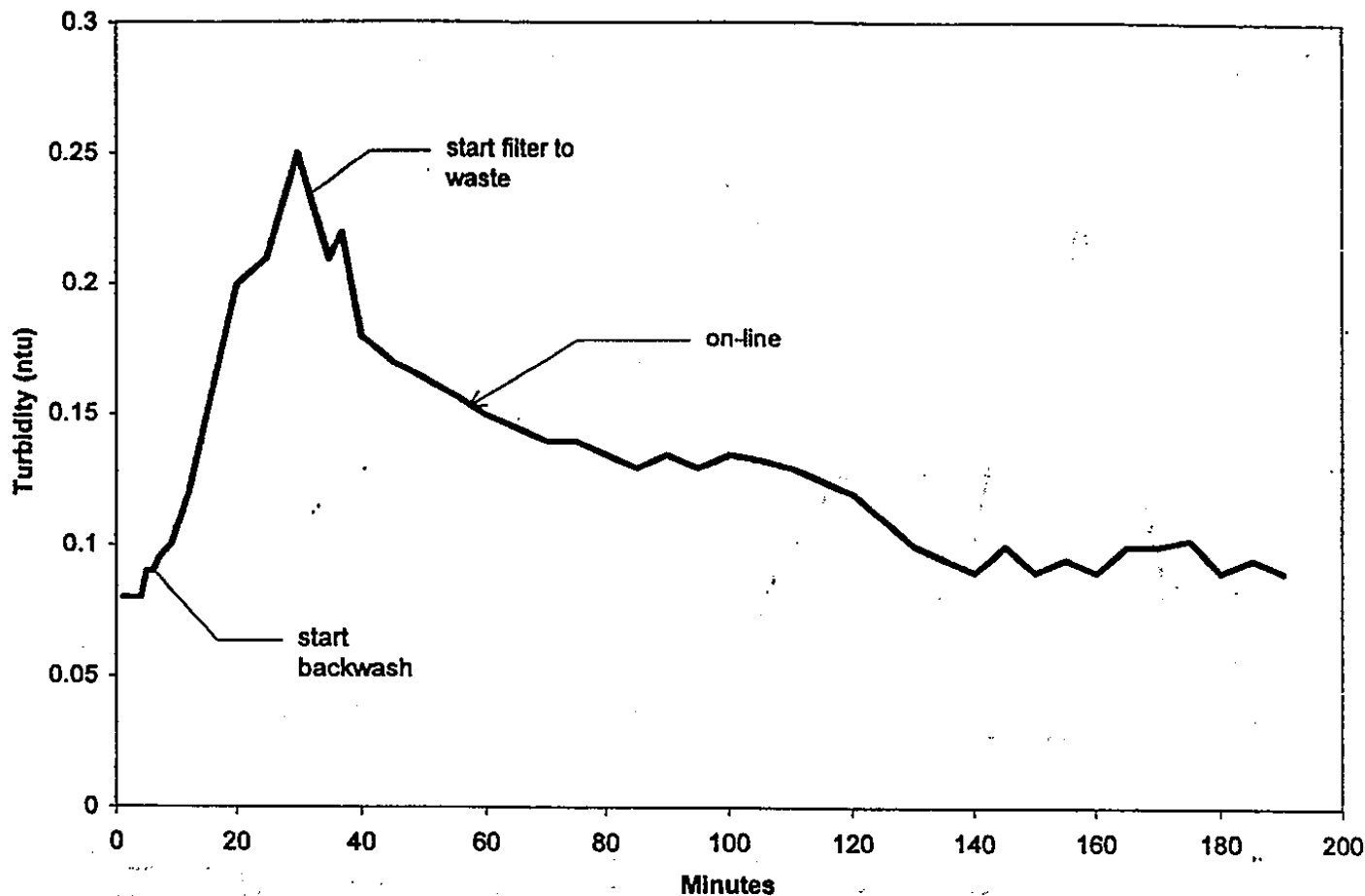


Figure 2.12 Excessive ripening period. (Source: Excerpted from materials originally developed by the Pennsylvania Department of Environmental Protection, Chescattie 2001.)

出水浊度迅速恶化

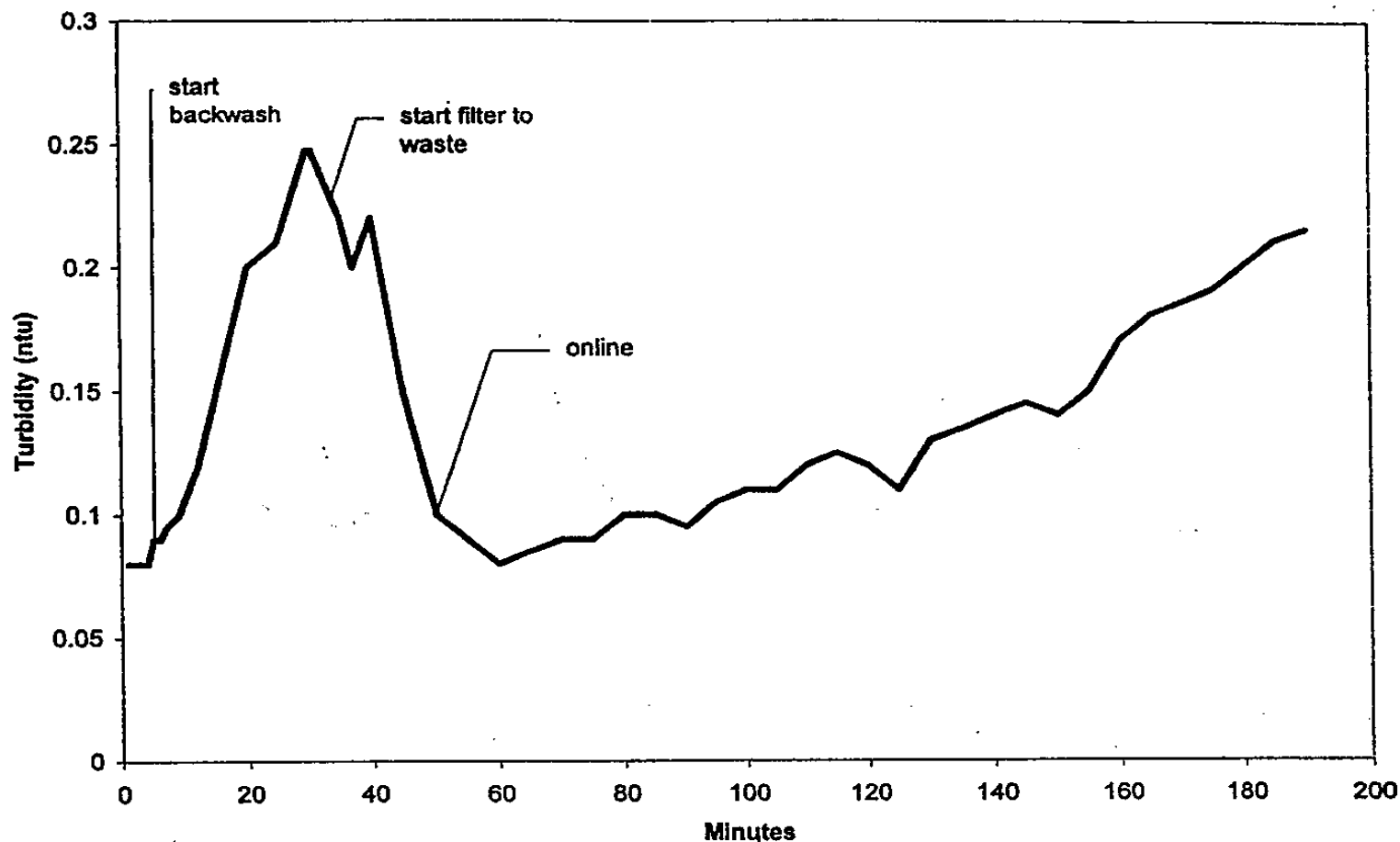


Figure 2.13 Rapidly deteriorating filtrate quality. (Source: Excerpted from materials originally developed by the Pennsylvania Department of Environmental Protection, Chescattie 2001.)

鬼阀

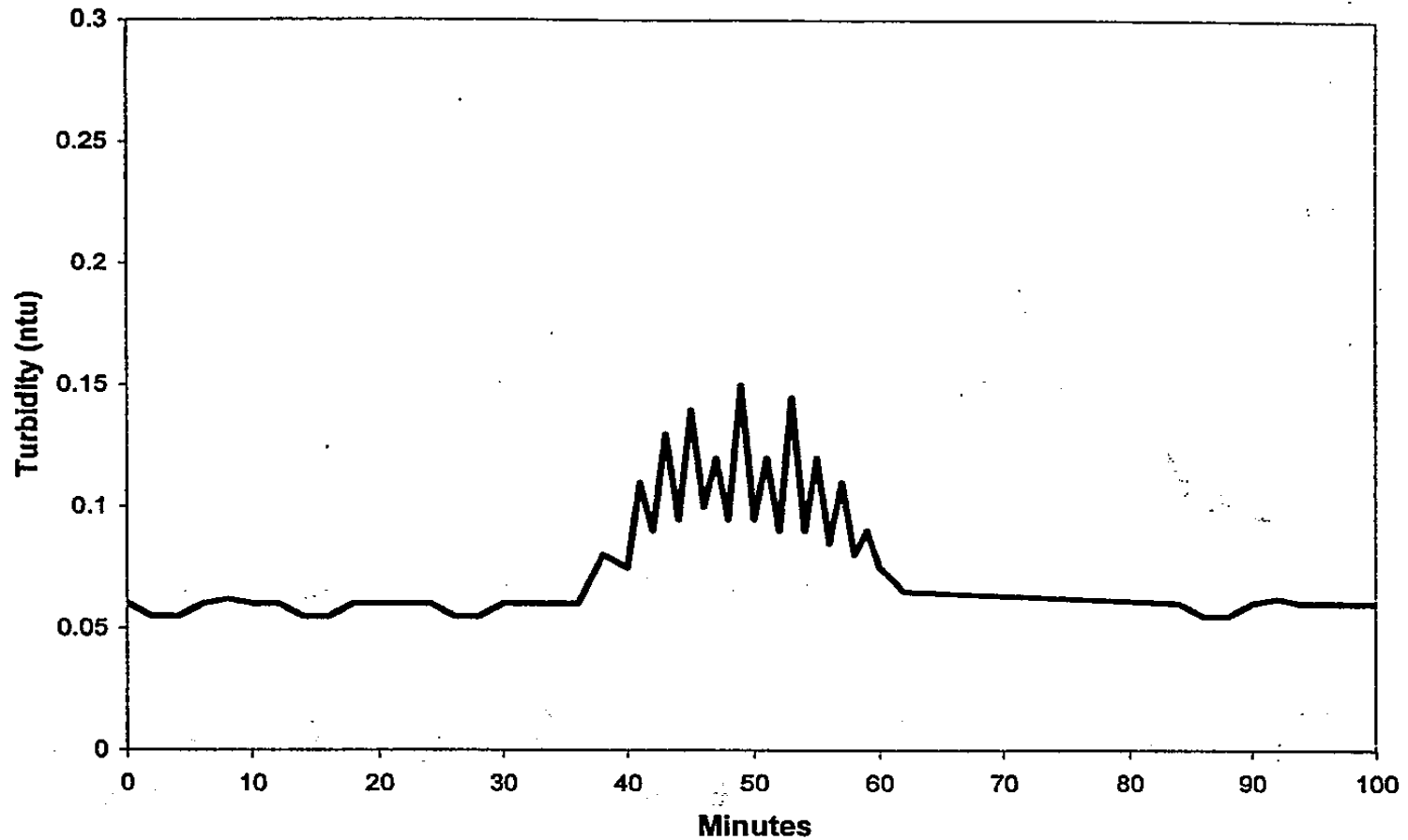
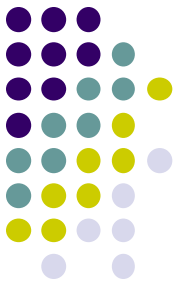
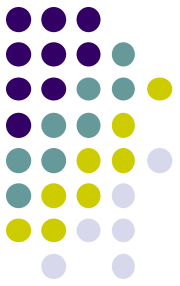
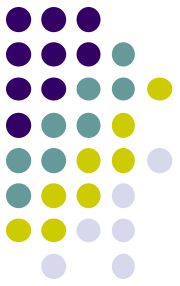


Figure 2.9 Filtrate disturbed by surging or hunting outlet valve. (Source: Excerpted from materials originally developed by the Pennsylvania Department of Environmental Protection, Chescattie 2001.)



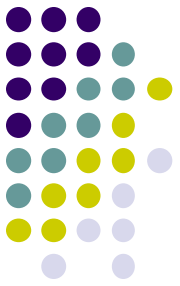
结论

- 饮用水浊度是一个重要的微生物指标
- 影响浊度去除的主要因素有：预处理，滤池设计，和滤池反冲洗。
- 滤池管理和维护是优化浊度去除的一个重要环节。
- 滤池出水浊度图的分析有助于滤池的运行管理。



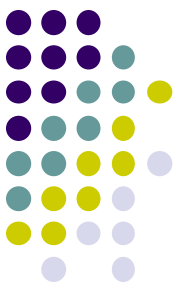
建议

- 优化传统净水工艺是保证饮用水安全的重要措施之一。
- 水厂应加强对管理人员在滤池管理与维护方面的培训。
- 在未来饮用水国标修订时，应考虑将浊度由**1 NTU** 降为**0.3 NTU**。



建议

- 新的絮凝池设计应采用机械搅拌，在大中城市逐渐淘汰折板式水力搅拌絮凝池。
- 微滤和超滤在饮用水处理中具有广泛的应用前景。但是，微滤和超滤的引进应建立在优化传统净水工艺的基础上。



致谢



RECRUITMENT
PROGRAM OF GLOBAL EXPERTS

- 中组部“千人计划”项目
- 科学院生态中心曲久辉院士
- 清华大学刘文君教授
- 清华大学张晓健教授
- 济南市供排水监测中心贾瑞宝研究员
- 清华大学王占生教授

