

成都工学院图书馆

379186

技术图书

蒸汽轮机发电厂的 水处理和水工况

上册

〔苏联〕M. D. 捷克曼等 中. Г. 布罗赫罗夫 著



中国工业出版社

蒸汽轮机发电厂的水处理和工况

上册

〔苏联〕 M. C. 施克罗勃 Φ. Γ. 布罗赫罗夫 著

鲁 鍾 琪 译

中国工业出版社

本书討論蒸汽輪机发电厂中近代的水处理和炉水校正处理方法。

书中以大量篇幅闡明鍋内物理化学过程、結垢、蒸汽污染、蒸汽通路沉盐过程以及蒸汽动力设备的腐蝕等理論問題，并叙述有关妨碍蒸汽輪机发电厂运行的沉淀、腐蝕和蒸汽污染的实际防止方法。

本书适于广大工程技术人员和水化学工作者使用。也可作为参加函授学校的工程技术进修人員和高等动力学院水处理专业学生的参考书。

本书中譯本分上下两册出版。上册包括第一章至第八章的全部内容，下册包括第九章至第十八章的全部内容。序言和緒論在譯成中文时作了某些刪节。

М.С.Шкроб Ф.Г.Прохоров
ВОДОПОДГОТОВКА И ВОДНЫЙ РЕЖИМ
ПАРОТУРБИННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА—1961

* * *

蒸汽輪机发电厂的水处理和水工况

上 册

魯 鍾 琪 譯

*

水利电力部办公厅图书編輯部編輯(北京阜外月坛南黃房)

中国工业出版社出版(北京德勝門外大街10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $10^{1/16}$ ·字数251,000

1966年4月北京第一版·1966年4月北京第一次印刷

印数0001—3,290·定价(科五)1.40元

*

統一书号: 15165·4336(水电-600)

序 言

大型蒸汽輪机发电厂在动力工程中起着主要的作用，而这些发电厂的可靠性与經濟性，在很大程度上又决定于合理組織水处理和鍋炉水规范。随着蒸汽参数的提高，愈加特別強調水质問題的重要性，因此热力工作者和水化学工作者，很显然，必須掌握鍋内过程的本质和熟悉水处理工艺的特点。

作者在水处理方面工作多年，认为要彻底掌握蒸汽輪机发电厂复杂而多样的水质問題的要領，最好的方法是对其进行綜合性研究。本书就是根据这样一个指导思想編写的。

书中引用了苏联国内科学研究、設計、調整各專門机构和发电厂运行人員所取得的有关試驗、設計和运行的資料，以及国外期刊上发表的材料。

对于低压工业鍋炉的水处理和水规范問題，本书未予討論。

作者用了相当多的篇幅叙述鍋炉、蒸汽輪机和发电厂其他部件中的物理化学过程，詳細地討論了防止鍋炉和蒸汽輪机凝汽器中发生水垢沉淀、防止蒸汽污染、防止汽輪机通汽部分沉盐和防止蒸汽动力設備腐蝕的新方法，也闡明了超高压和超临界压力自然循环汽鼓式鍋炉和直流鍋炉的水规范特点。

为了掌握水质問題的綜合特点，必須詳細討論苏联天然水的特性以及化学水处理和热处理的各种方法、典型系統及其工艺。

作者特別注意闡述了各种各样水处理設備的结构，設備的自动化和水处理装置的技术經濟运行指标。

作者在本书中力图十分完备地闡述有关合理組織鍋炉水规范、水处理和化学监督方面复杂的綜合問題，但遇到了很大的困难。因此，在編写此书时，另外还約請了許多专家参加編写有关專門問題的某些章节。

IV

本书对于从事蒸汽轮机发电厂研究和运行工作的科学研究人员和工程技术人员，将会有所助益。本书也可供高等工业学院热力工程专业学生在进行“水处理”课程学习以及进行课程设计和毕业设计时参考。

作者对于评阅人 M.C. 斯狄利科维奇和 O.M. 马尔狄诺娃以及编辑人 C.M. 古鲁维奇致以深切的感谢，他们对改进本书的内容提出了宝贵的意见。

作者也怀着感激的心情希望读者提出各方面的意见和建议，以便今后对此书作进一步的改进。

M.C. 施克罗勃

Ф.Г. 布罗赫罗夫

目 录

序言	
緒論	1
第一章 蒸汽轮机发电厂的水平衡和原水品质	3
1-1 蒸汽轮机发电厂的水平衡	3
1-2 水质指标	8
1-3 悬浮物质	9
1-4 水的离子成分	10
1-5 有机物质	11
1-6 溶解气体	12
1-7 化学平衡	16
1-8 氢离子浓度指标	19
1-9 硅酸化合物	20
1-10 碳酸化合物	22
1-11 水的碱度	23
1-12 水的硬度	29
1-13 铁和铜的化合物	31
1-14 天然水的特点	32
第二章 蒸汽锅炉和给水通路中的沉淀	38
2-0 基本原理	38
2-1 沉淀的成分、结构和物理性质	39
2-2 汽鼓式锅炉加热面内壁水垢沉淀的形式	44
2-3 直流锅炉内部加热面上水垢沉淀的生成	60
第三章 防止在锅炉和给水通路中生成沉淀	68
3-1 炉水的磷酸盐化	68
3-2 保证蒸汽轮机凝汽器的严密性	78
3-3 汽鼓式锅炉和热交换器内表面的清除	83
3-4 直流锅炉的水洗和酸洗	95

VI

第四章 蒸汽污染和蒸汽通路中盐类的沉淀	100
4-0 基本原则	100
4-1 水滴携带	101
4-2 炉水起泡	107
4-3 选择携带	115
4-4 蒸汽通路中的盐类沉淀	130
第五章 防止蒸汽污染和蒸汽通路中发生沉淀	145
5-1 蒸汽清洗	145
5-2 锅内装置系统的选择	151
5-3 发电厂循环中盐类的引出	161
5-4 过热器和蒸汽轮机通汽部分的清洗	174
第六章 热力设备的腐蚀及其防止法	181
6-0 基本概念	181
6-1 腐蚀过程的机理和条件	183
6-2 腐蚀因素	192
6-3 给水通路的腐蚀	201
6-4 蒸汽锅炉金属的腐蚀	208
6-5 过热器和蒸汽管道的腐蚀	231
6-6 汽轮机通汽部分金属的腐蚀	236
6-7 蒸汽轮机凝汽器管的腐蚀	240
6-8 热网的腐蚀	247
第七章 蒸汽轮机发电厂的水化学规范	249
7-1 基本概念	249
7-2 汽鼓式锅炉的水化学规范	250
7-3 蒸汽、炉水和给水品质的计算指标	255
7-4 锅炉的热化学试验	264
第八章 蒸汽轮机发电厂水化学规范的监督	274
8-1 蒸汽和水的取样方法	274
8-2 汽水品质的自动监督仪表	279
8-3 发电厂中采用的水化学规范效果的检查	305

绪 论

蒸汽輪机发电厂的主要发展方向是：大量提高鍋炉-汽輪机机組的单位功率和提高机組的經濟性，改善蒸汽循环和采用超高参数和超临界参数的蒸汽。

采用大型的单元机組可以大大加快热电厂的建設速度和显著节省建設費用。

改用較高的蒸汽参数（140~300大气压），必須改变发电厂的热力系統，創造新型的汽輪机和鍋炉，掌握一級或兩級蒸汽中間过热，改自然循环鍋炉为直流鍋炉。

实现上述措施以后，热电厂的經濟性会得到很大的增长，单位燃料消耗量可以显著降低。在60万瓩、240大气压、580°C的超临界压力的单元机組中单位燃料消耗量将小于300克/瓩·小时。

中心供电和中心供热系統中热力设备所要起的主导作用，对主要机組、附属設備和整个发电厂的工作可靠性要求很高。即使有一个部件损坏或不能工作就会使整个机組不能工作。大型的鍋炉-汽輪机机組即使較短時間事故停机給国民經济带来的損失，經常要超过不能工作的机組的本身价值。

苏联国内的和国外的蒸汽輪机发电厂的运行經驗証明：保証可靠工作和較高的經濟性，主要决定于是否合理地組織水处理和鍋炉的水规范。

改用超高压和超临界压力的蒸汽不但蒸发条件（沸騰下的换热、蒸发管中汽水混合物的流体动力学，由蒸汽分离水分等）会有很大改变，工质本身的性质（蒸汽溶解盐类、硅酸和其他杂质的能力）也有很大改变。所有这些都对蒸汽、給水和炉水的品质提出很高的要求。因此絕對必須大大改善补給水处理、炉水的校正性处理和化学監督的方法。

归根到底，水处理和合理組織鍋炉水规范的主要任务是：

a) 防止在鍋炉和热交换器中結垢和沉渣，以及在經濟上允許的排污热损失下，防止在过热器和蒸汽輪机的通汽部分沉盐；

б) 保护发电厂的主要設備、辅助設備和热网管道免于腐蝕，以及防止由凝結水管道和給水通路中帶出腐蝕生成物。

为了使鍋炉-蒸汽輪机机組能够連續工作 4000~6000 小时以上而不在水冷壁管上結垢和在蒸汽輪机的叶片上沉盐，应当采用非常完善的補給水处理方法，同时使用高度严密的蒸汽輪机凝汽器。此外在装有直流鍋炉的凝汽式发电厂中，还需要净化处理被污染的蒸汽輪机凝結水，而在工业中心热电厂中，要净化处理被污染的生产用汽凝結回水。

希望在水处理装置投資最小和补充凝結水損失的运行耗费最小的情况下，保証完成上述所有措施。

解决所提出的任务是十分艰难的，因为影响水处理方法和系統选择的鍋内物理化学过程（結垢、污染蒸汽和金屬腐蝕）終于是与循环过程、换热过程、分离过程和鍋炉机組的运行工况有密切的关系的。

近年来苏联国内非常注意对水的离子交換軟化法和离子交換除盐法、補給水的鎂剂除硅、凝聚和澄清以及水处理工艺的改进进行理論和試驗研究。

本书作者对近年来苏联和外国在“水問題”方面所进行的試驗研究結果以及蒸汽輪机发电厂多年的运行經驗都作了总结和分析。

第一章 蒸汽轮机发电厂的 水平衡和原水品质

1-1 蒸汽輪机发电厂的水平衡

在蒸汽輪机发电厂中，由供水水源取得的原水，用于以下几项用途： α) 在鍋炉、蒸发器和蒸汽发生器中产生蒸汽； δ) 用来在汽輪机凝汽器和其他热交换器中凝結乏汽； σ) 用来冷却排污水和引风机等附机的軸承； ε) 作为蒸汽供热热网和供热水网中的載热工质。

在运行过程中一部分凝結水和蒸汽常常損失在发电厂之中或电厂之外而不能收回到电厂的热力循环中。

在发电厂内部范圍中，不可收回的蒸汽与凝結水損失主要发生在下列几处：

α) 鍋炉車間：使用蒸汽带动附属机械，用来吹灰吹渣，用来在炉膛中破碎炉渣，用来雾化噴燃器中的液体燃料，以及在鍋炉起动期間定期打开安全門和过热器放汽門时向大气中排出蒸汽；

δ) 汽輪机組：經過軸封連續損失蒸汽和在抽气器中随空气一起排出蒸汽；

σ) 凝結水箱和給水箱：水箱的溢流損失和热凝結水的蒸发損失；

ε) 給水泵：經過填料軸封不严密处的漏水；

θ) 管道：經過法兰連結和鎖閉件（閘門等）不严密处蒸汽和凝結水的泄漏。

在凝汽式发电厂和供热的热电厂中采用下列合理措施可以将厂內蒸汽和凝結水損失减小到 0.25~0.5%。这些措施是： α) 尽可能用电动設備代替汽动設備； δ) 避免采用蒸汽雾化噴燃器和蒸汽吹灰設備； σ) 采用废汽的凝結和收回設備； ε) 避免閘

門有任何形式的漏汽； δ) 保證管道和换热器的严密結合； ϵ) 防止在設備部分漏泄凝結水和大量放水，禁止將凝結水耗用于非生产需要； κ) 仔細地收集疏水。

盐类和重金属化合物可以通过下列几种途径进入汽輪发电厂的汽水循环中： a) 經過蒸汽輪机凝汽器的不严密处随冷却水漏进； b) 經過热网加热器的不严密处随热网水漏进； c) 随热电厂汽輪机排汽外部用戶返回凝結水带进盐类； z) 随补充电厂内部和外部蒸汽与凝結水损失的补給水带进盐类。

此外在发电厂本身热力循环中还会生成金属 (Fe , Cu 等) 氧化物。

在装設汽鼓式鍋炉的发电厂中，为了維持汽水循环的盐类平衡，常依靠鍋炉的排污由循环中引出部分盐类。

在装設无分离装置的直流鍋炉的超高压和超临界压力的凝汽式发电厂中，为了在发电厂汽水循环中維持允許的盐类平衡和防止在鍋炉中沉积盐类、防止硅酸盐堵塞汽輪机通汽部分，必須設法考虑由循环中引出盐类和硅酸。

由循环中引出盐类和硅酸的办法，可以是在直流鍋炉的蒸汽清洗设备中洗汽，或者是由汽輪机抽汽引出杂质。

汽輪机抽汽用戶的凝結水損失对工业热电厂的水平衡有很大的影响 (見表1-1)。

表 1-1 实际和可能的生产用汽凝結水收回率^①

生 产 企 业 种 类	凝結水收回量占消耗蒸汽的百分率(%)	
	实 际 值	可 能 值
运输机械和重型机械制造	40	80
汽車拖拉机和农业机械制造	30	70
化学工业	35	60
石油加工工业	25	50
紡織工业	50	85
焦炭化学工业	20	65

① 根据苏联电站部工业电力局国家检查公报資料。

在汽輪機抽汽的大型用戶中，大量損失蒸汽和凝結水，不僅損失掉包含在其中的熱量，而且必須補充補給水，這就需要為建設水處理裝置而付出大量投資，必將提高水處理設備的運行費用，以及使工業熱電廠水工況的合理組織複雜化。

利用生產用汽凝結水供給鍋爐可以減少鍋爐的化學處理補充水量，因而可以減少鍋爐排污及其熱損失。利用凝結水的熱量也可以提高熱電廠燃料方面的經濟性。

在設計熱電廠時，選擇工業和公用企業合理的凝結水收集系統以及向熱電廠回收凝結水的系統，具有很大的意義。在具有大量生產車間、而且這些車間消耗着大量熱電廠抽汽、車間地區又非常分散的企業里，最好建設專門用來收集凝結水的裝置。

實際上可能遇到這種情況，即由用汽單位向熱電廠回收凝結水是无利可圖的，例如用汽量較小而距離熱電廠又很遠的用戶就屬於這種情況。

工業企業中的凝結水收集系統絕大多數都使用開式系統，這樣可以使廠房建築和運行簡化。開式水箱通常工作在不太大的剩餘壓力下（0.1~0.3表大氣壓）并裝有溢水管，這樣就不適于作為閉式設備。在個別工作期間可能會向這些水箱中送入溫度低於100°C的冷卻凝結水，于是便要經過溢水管和其他不嚴密處，例如溢流管和某些配件，漏進空氣。

開式系統具有十分嚴重的缺點，主要是伴隨向大氣排出的漏汽和二次蒸汽，損失大量熱能，以及因此而減少熱電廠的凝結水返回量。由於凝結水直接與大氣接觸和凝結水的充氣，會促使水箱和凝結水管道內部腐蝕。在3~6大氣壓下，從收集水箱和凝結水管道中分出的二次蒸發蒸汽量，約近有效蒸汽消耗量的12%；隨着加熱蒸汽壓力的增高，這部分凝結水的損失增加很快。

在以開式系統工作的凝結水收集站中，沒有熱量利用設備時，經常有直接漏汽、二次蒸發蒸汽和凝結水本身的熱損失。在個別情況下這部分熱損失可能達到企業蒸汽消耗量的15~20%。

在以開式凝結水收集系統工作的用戶中，採用冷卻蒸汽凝結水混合物或凝結漏汽的措施，可以使漏汽和二次蒸汽得到利用，但同時由於促進了內部腐蝕卻縮短了設備和壓力凝結水管道的使用年限。

由於凝結水管內部強烈腐蝕而嚴重泄漏凝結水，會被迫停用管道進行檢修，并排放掉凝結水。

采用闭式的凝结水收集和回收系统以及漏汽与二次蒸汽的利用设备，既可以保存生产凝结水供给锅炉，又可以利用漏汽和二次蒸汽的热量，同时也可显著地延长设备与压力管道的使用年限。

在闭式系统中，所有凝结水的集水箱都不与大气连通，依靠蒸汽垫维持水箱内的压力高于大气压力。在凝结水收集箱和膨胀箱中放出的二次蒸发蒸汽导向面式换热器，而将在换热器中形成的凝结水送回热电厂，这样就可以改善热电厂的水平衡。

水封设备是所有闭式凝结水收集和回收系统中必不可少的部件，水封装置设在集水箱上，用来防止水箱中出现真空时漏进空气，并用来在水箱装水过满时向外溢流凝结水。

当进入凝结水收集箱的温度为 $80\sim 95^{\circ}\text{C}$ 的凝结水量经常变动时，为了维持规定的蒸汽垫剩余压力（一般为 $0.1\sim 0.2$ 表大气压），必须装置简单的压力调节器。在蒸汽垫剩余压力能够保持高压（ $1.0\sim 1.5$ 表大气压）并且在较大范围内降低压力时仍能保留余压的凝结水收集装置中，不需要装置专门的压力调节设备。

为了使排汽冷却后的水温维持在规定的范围内最好装置自动调节器，同时为了保证连续排出凝结水最好在凝结水收集箱上装置水位调节器。

在设计新的闭式凝结水收集系统或者将现有的开式系统改装成闭式系统时，必须使过热凝结水（蒸汽凝结水混合物）或漏汽和二次蒸汽的热量利用问题与企业中热水和低压蒸汽的需要问题互相协调。

当蒸汽用户距热电厂很远或者由于地区标高不利于实现凝结水自流输送时，必须考虑装置中间凝结水收集箱和中继水泵。

进入加热蒸汽凝结水中的污染物数量及其性质与蒸汽用户使用蒸汽的工艺过程、热交换器的构造和全部凝结水系统防腐措施的效能有关。

由于热交换器和凝结回水管道在氧气与二氧化碳作用下发生强烈腐蚀的结果，工业热电厂抽汽用户的凝结水中所含有的铁、铜和锌的氧化物会达到十分危险的数量（每升水中十分之几毫克以上）。由于经过热交换器不严密处有冷却水漏进，这些凝结水的硬度经常达到 $30\sim 40$ 微克当量/升。

合理地组织被污染生产用汽返回凝结水的净化工作，可以保持凝结水的净洁度达到锅炉给水质量所要求的程度。

由上述可见增加蒸汽用户收回的凝结水量、改善凝结水的质量和延长凝结水管道的使用年限的主要措施是：

a) 将混合加热式的工业热交换器改为表面式换热器，并且将其接到

凝結水返回管道上；

6) 保持热交换器中加热蒸汽的压力高于被加热介质的压力，以防止有害杂质进入凝結水中；

7) 在所有蒸汽接受设备和蒸汽管道上都安装凝結水引出支管，这些支管应当可靠地向凝結水系統中送入凝結水并且沒有太大的热损失；

8) 净化被污染的生产用汽凝結水，或者，当根据工艺条件凝結水不能收回时在車間內装設蒸汽发生器，但建造水处理装置在經濟上是不合适的；

9) 采用閉式凝結水收集和回收系統由蒸汽接受設備中收回凝結水，并且利用凝結水的热量和减少“二次”沸騰蒸汽和經過凝汽罐“漏过的”蒸汽的热量；

10) 实现凝結水收集裝置的綜合自动化，其中包括凝結水排送的自动化；

11) 保証蒸汽和凝結水管道的严密性。

当凝結水品质可靠的时候，可以将它直接由蒸汽用戶送到发电厂的除气器。在热电厂中，当生产返回凝結水的品质可能发生严重恶化（漏进酸、碱、浓盐溶液等物质）时，由生产企业回收凝結水要經過监督水箱，这样在通过化学分析或监督仪表发现凝結水品质不良时可以将这部分水放到排水沟中。

近年来凝結水除油、除鉄和除酚的工艺已得到很大的改善，这样就可以順利地利用經過净化的生产凝結水供給高压汽鼓式鍋炉和直流鍋炉。

有时加热蒸汽凝結水在工艺設備中十分严重地被有害杂质所污染，而为了净化这种凝結水所需要的复杂过程比处理天然原水还要昂贵。因此在設計工业企业供热系統时，在解决是否适于向热电厂回收生产凝結水的問題时，应当在每一种个别情况下根据适当的技术經濟計算来决定。此时，必須考虑下列几項重要因素，这些因素决定并影响是否适宜于向热电厂回收生产凝結水的問題，这些因素是：返回的凝結水数量，用戶与热电厂的距离，每年用热的小时数，热电厂中原水的品质，鍋炉車間新蒸汽参数，返回凝結水的溫度，燃料与电能的价格，凝結水的净化费用。

根据莫斯科动力学院的技术经济估算，当生产凝结水量约在25吨/时以上时，向热电厂收回生产凝结水在经济上是适宜的。在必需建造凝结水净化装置时，最小的凝结水收回量应比上面数据增加一倍，有时甚至增加两倍。

补充发电厂内部和外部凝结水损失的方法可以有很多种，其中包括下面几种方法：

а) 用化学处理原水补充，并使凝结水与这种补充水的混合物具有锅炉给水所需要的水质指标；

б) 用在蒸汽发生器装置中得到的品质相同的凝结水代替热电厂凝结水损失（在此情况下，不是用抽汽直接送到生产企业，而是用蒸汽发生器中产生的二次蒸汽供给用户）；

в) 使用蒸发器装置，使补给水在其中蒸发为二次蒸汽然后将其凝结而得到高品质的蒸馏水。

1-2 水质指标

由各种不同的供水水源来的水，不管是露天的水源（河，湖泊，海）还是地下水源（自流泉，井水等），其中都含有溶解物质、胶状物质和悬浮物质。

水在流过河床和经过土壤滤过时由于与各种岩石接触而溶入大量溶解物质。水的化学成分主要决定于这些岩石的性质和组成这些岩石的化合物的溶解度。在某些情况下水的成分受工业企业排水的影响。

露天供水水源的特性主要受悬浮物质含量的影响，在一年中不同的季节这些悬浮物的性质和其数量是不同的。

溶于水中的矿质盐类、有机物质和气体、以及其中的悬浮物质含量的总和决定水的品质，必须根据水质来解决热电厂用水的处理方法问题。

水质指标通常分为物理指标和化学指标。水的温度、色度和悬浮物含量属于物理指标。水的味道和气味也属于这一组，在公用事业中这类指标特别重要，而在热力工业用水中为了鉴定工

业排水（硫化氢、石油等等）的污染这类指标也有一定意义。

热电厂用水的全分析一般按下列指标进行：氢离子浓度（pH）；总硬度，碳酸盐硬度，非碳酸盐硬度；总碱度，重碳酸碱度，碳酸碱度，氢氧化碱度，腐殖酸碱度；耗氧量；蒸发残渣，灼烧残渣，灼烧损耗；总含盐量（阳离子和阴离子总和）；阳离子（ Ca^{2+} ， Mg^{2+} ， Na^+ ， K^+ ， NH_4^+ ， Fe^{2+} ， Fe^{3+} ， Mn^{2+} ， Al^{3+} ， Cu^{2+} ）；阴离子（ SO_4^{2-} ， Cl^- ， HCO_3^- ， CO_3^{2-} ， PO_4^{3-} ， NO_3^- ， NO_2^- ）；硅酸盐（ SiO_3^{2-} ）；溶解氧（ O_2 ）；游离二氧化碳（ CO_2 ）；硫化氢和硫化物（ H_2S ， HS^- ， S^{2-} ）；活性氯（当水进行氯化时）；含油量；悬浮物含量；铅字透明度。水全分析中的铁和铝的含量有时用倍半氧化物（ R_2O_3 ）的和表示。

照例，一次分析是不足以说明水质特性的，因为随一年中季节的改变或由于某些其他原因，例如定期向蓄水池中放入工业排水，水的成分会改变。因此为了得到设计用的原始资料，建议按下列规定选取试样和分析。

а) 在春季水泛时期、夏天低水位时候、秋雨期水位升高时候和仲冬季节由露天水源（河、湖等等）所取水样不要少于四次^①。湖泊和大型蓄水池在经过长期风浪以后需要补充采取水样。河流入海口处在海水倒灌时也要采取水样。

б) 无压的地下水源（泉水，井水）采样分析次数建议不少于四次，其中两次应当在春季，两次在夏季或冬季^②。

в) 有压的自流井水的物理化学指标比较稳定，为了初步鉴定水质，进行两次试样分析已足够用，两次水样可以在一年中任意季节采取，连续喷水时两次采样间隔应不少于24小时。

1-3 悬 浮 物 质

悬浮物质进入露天水源的水中，主要是由于雨水自河流湖泊

①、② 此为苏联的情况，在我国由于气候和自然条件不同，此处规定时间有所差异，不能搬用。——译者

岸边冲洗砂砾和粘土颗粒。在流速很大的河流中，也由于水流经常冲毁河床（例如山区河流）而形成悬浮物质。山区河流的河水中悬浮物含量在夏季达到5000~8000毫克/升，而平原地区的河流中在洪水时期则在200~600毫克/升以下。悬浮物的另外来源是在蓄水水源（湖泊，池沼，人工蓄水池，海洋）中大量生长的浮游生物，例如浮游状的生殖有机体，各种大小的经常是微生物状的水藻。

天然水中的悬浮物有不同的粗度（分散度）。在水处理工艺中，悬浮物的分散度通常用“水力尺寸”表征，所谓“水力尺寸”即是不同粗度的个别颗粒在水中的下沉速度。颗粒的“水力尺寸”用毫米/秒表示，量测时的水温一般为10°C。表1-2列出天然水的悬浮物按B.T.图鲁契诺维奇资料的分类。

表 1-2 天然水的悬浮物水力尺寸和颗粒尺寸

颗粒尺寸 (毫米)	水力尺寸 (毫米/秒)	悬浮物名称
1.0	100	粗砂砾
0.5	53	中砂砾
0.1	6.9	细砂砾
0.05~0.027	1.7~0.5	淤泥
0.01~0.005	0.07~0.017	细泥
0.0027	0.005	粘土
0.001~0.0005	0.0007~0.00017	细粘土
0.0001	0.000007	胶态颗粒

1-4 水的离子成分

在绝大多数情况下，天然水的离子成分中主要包括下列几种离子： Ca^{2+} ， Mg^{2+} ， Na^+ ， K^+ ， HCO_3^- ， SO_4^{2-} ， Cl^- 。其余的离子通常含量不大，但有时却对水质有很大的影响。由于上述七种离子在天然水中居主要地位，因此常常据此按下式计算水中钠和钾的总含量：

$$(\text{Na}^+ + \text{K}^+) = (\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-)$$