

高等学校教学用書



給水排水構築物 操作自動化

В. Ф. 科 日 諾 夫
Г. С. 波 普 科 維 奇 合 著
М. И. 卡 尔 琳 絲 卡 婭

高等教育出版社

高等学校教學用書



給水排水構築物 操作自動化

作
者

B. Ф. 科日諾夫
Г. С. 波普科維奇合著
M. H. 卡尔琳絲卡婭
俞良供 孙振堂 周其昌合譯

高等教育出版社

本書系根据苏联国立建筑書籍出版社 (Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре) 出版的科日諾夫 (В. Ф. Кожин) 、波普科維奇 (Г. С. Попкович) 、卡尔琳絲卡婭 (М. И. Карлинская) 合著的“給水排水構築物操作自动化” (Автоматизация работы водопроводно-канализационных сооружений) 一書 1955 年莫斯科版譯出。原書經苏联高等教育部审定为高等学校“給水与排水”專業的教学参考書。

本書詳細叙述了給水与排水工艺过程所用的一切控制仪表、自动裝置的基本元件和自調节的某些設備,并列举給水与排水系統自动化的各种方法,包括水泵站的自动化,給水靜水構築物的自动化和排水構築物的自动化等等,并且对排水系統的远距离操縱、調度管理、技术經濟指标等叙述無遺。

本書也可供給水与排水工程的設計、运行工作人員参考。

給水排水构筑物操作自动化

В. Ф. 科日諾夫, Г. С. 波普科維奇

М. И. 卡尔琳絲卡婭著

俞良洪 孙振堂 周其昌譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 号

(北京市書刊出版业营业許可證出字第 054 号)

商务印书館上海厂印刷 新华书店发行

統一書号 15010·695 开本 850×1168 1/32 印張 8 1/16 插頁 1

字數 193,000 印數 1—1,600 定价 (10) 元 1.30

1958 年 10 月第 1 版 1958 年 10 月上海第 1 次印刷

序

本書主要是依照苏联高等教育部批准的土木工程学院和土木工程系“給水排水”專業“給水排水構筑物操作自动化”課程教学大綱而編写的,并为上述專業的教学参考書。

本書闡明自动化技术的現代成就,这些成就已在給水排水事業中运用了。

在“給水排水構筑物操作自动化”教程中,研討給水排水設備的自动操縱和远距离控制的方法。

这門課程的任务在于向土木工程学院給水排水專業学生介紹城市和工業企業的給水排水範圍内所用的現代仪表、器械以及自动裝置系統和远距离控制系統。这門課程与“給水工程”、“排水工程”及“水泵和水泵站”三門課程有密切联系。

學習自动化这門課程所必須熟悉的一些課目为:机械原理,电工学和机械零件。

緒論和第六章及第十章是由 В. Ф. 科日諾夫所写;第二章、第四章及第七章是由 Г. С. 波普科維奇所写;第一章、第三章、第五章、第八章及第九章由 М. И. 卡尔琳絲卡婭所写。

为了改进本書內容,作者請求讀者們將自己的意見和希望函告苏联国立建筑工程及建筑艺术書籍出版社(通訊处: Москва, Третьяковский проезд, д. 1)。

目 录

序

緒論	1
----	---

第一章 給水排水構築物自动化的一般問題	8
---------------------	---

§ 1. 給水排水構築物的特性, 它們決定構築物操作自动化的必要性	8	§ 3. 自动化程度和自动化範圍的選擇	10
§ 2. 構築物按照自动化程度的分類	9	§ 4. 給水排水構築物自动化設計的原則資料	12

第二章 控制工艺过程的仪表	13
---------------	----

§ 5. 控制測量儀表的用途和分類	13	§ 10. 氣體分析計	58
§ 6. 壓力和真空的測量。壓力計和真空計	14	§ 11. 液體密度和粘滯度的測定	58
§ 7. 液位測量器(液位計)	25	§ 12. 氫離子濃度和液體導電率的測量	60
§ 8. 液體和氣體的數量與流量的測量	28	§ 13. 色度、透明度和剩餘氯的測定	62
§ 9. 溫度的測量	40		

第三章 自动裝置的基本元件	65
---------------	----

§ 14. 繼電器概述	66	§ 18. 電子繼電器	81
§ 15. 電磁繼電器	67	§ 19. 無触点磁力繼電器	84
§ 16. 雙金屬繼電器	74	§ 20. 自动裝置的執行元件	87
§ 17. 非電值控制繼電器	76		

第四章 自动調節	90
----------	----

§ 21. 概論	90	性	102
§ 22. 調節對象的基本性質	93	§ 26. 調節器的構造	106
§ 23. 自动調節器的基本元件	100	§ 27. 調節器的選擇	121
§ 24. 自动調節器的分類	101	§ 28. 調節器的整定和使用	122
§ 25. 自动調節器的基本性質和特			

第五章 水泵站操作的自动操縱	124
§ 29. 自动操縱的基本綫路.....	124
§ 30. 电动机起动的自动操縱.....	130
§ 31. 独立水泵机組的自动化.....	135
第六章 給水淨水构筑物操作的自动化	145
§ 32. 給水淨水构筑物自动化的一般条件.....	145
§ 33. 快濾池操作的自动化.....	149
§ 34. 濾速調節器.....	159
§ 35. 藥剂供应和厂内运输的自动化.....	162
§ 36. 投藥的自动化.....	169
§ 37. 机械凝濾池的自动化.....	181
§ 38. 水的消毒过程的自动化.....	183
第七章 排水构筑物操作的自动化	190
§ 39. 概論.....	190
§ 40. 污水机械处理构筑物的自动化.....	193
§ 41. 污水生物处理构筑物的自动化.....	198
§ 42. 沉渣处理构筑物操縱的自动化.....	199
§ 43. 为污水处理工艺控制的合理化而采用的自动裝置.....	200
第八章 給水排水系統的远距离操縱	202
§ 44. 远距离測量设备.....	203
§ 45. 近动作系統.....	205
§ 46. 远动作系統.....	213
§ 47. 远距离操縱和远距离發送信号的設備.....	221
§ 48. 近动作(多路式)的远距离操縱設備.....	222
§ 49. 远动作(少路式)的远距离操縱設備.....	225
第九章 給水排水构筑物的調度管理	232
§ 50. 調度机关的基本作用和方案.....	232
§ 51. 調度机关的組成和調度所的設備.....	236
第十章 給水排水构筑物自动化的技术經濟指标	240
§ 52. 自动化的技术經濟优点.....	240
§ 53. 运行人員的縮減.....	241
§ 54. 运行費用的減低.....	242
§ 55. 投資的減少.....	244
参考書目	246
中俄技术名詞对照表	249

緒 論

早在 1902 年列宁就揭示了社会主义基本經濟法則的要点^①，斯大林根据这些要点給社会主义基本經濟法則下了一个全面的定义：“用在高度技术基础上使社会主义生产不断增长和不断完善的办法，来保証最大限度地滿足整个社会經常增長的物質和文化的需要”^②。

自动化是高度技术的要素之一，它是生产过程机械化的最完善的形式。

給水工程是非常重要的技术部門之一，因为国民經济的所有部門（工業、運輸業、農業等）几乎全都需要它。正确地建立起来的給水可以改善居住在城市和其他住宅区的劳动者的文化和衛生条件。

在大城市和大型工業企業里的現代給水和排水系統是工作上互相联系的許多構築物的复杂的綜合体。要想使这些構築物确切地、不間断而又最經濟地工作，只有在最大限度地利用調度化和自动化的办法来集中操縱它們时才有可能。

調度化和自动化有助于改善給水排水系統中的工艺过程，提高設備的生产率，增加給水和污水处理的效率。

在任何生产部門中实现自动化时，可以分成三个主要阶段：

（1）生产过程机械化，將一切手工劳动环节由机器来代替；

① 列宁全集，第六卷，俄文第四版，第 12 頁。

② 斯大林：苏联社会主义經濟問題，苏联国立政治出版社，俄文 1952 年版，第 40 頁。中譯本人民出版社 1952 年版第 35—36 頁。

(2) 生产过程不間断性(連續性)的实现;

(3) 一切生产过程操縱的自动化。

因此,創造生产过程的不間断性应为自动化的必須条件之一。飲用水和工業用水的供应工作和水的处理,以及污水的淨化是这样一个部門,它的生产过程由于本身的工艺性質(水流連續不断)而不間断。可是还要保証一系列机械的連續工作,例如凝聚剂的卸載、运输和投注,沉淀池內沉渣的清除(用刮刀或其他机械),凝聚剂的攪拌(用叶片式攪拌器)等等。

水泵站和淨水站可以装备相应于自动化过程任何阶段的設備,如調度操縱,半自动操縱和自动操縱。

利用联络工具、信号設備和控制測量仪表所作調度操縱能够保証对工作人員的集中領導。这些工作人員的大多数操作是靠手工,一部分操作是靠机械来完成的。

远距离操縱規定采用自动裝置的元件(自动閉塞裝置,自动保护裝置等)。这种生产过程的控制系統,需要有非常熟練的值班人員守在中心操縱盤的旁边,他們借助于远距离操縱而获得各別机組的工作情报,从而操縱它們,使与这些情报相适应。

半自动操縱只有在开动机組(用按鈕)时要人参加,此后一切設備都自动工作,而欲使机組停止工作时同样也要人参加。

自动操縱(完全自动化)保証依必要的順序,按照預先規定的情况来完成所有工序(包括机組的开停在內)。

我国的工厂和科学研究所正在进行創造自动化設備的巨大工作。

在發展自动裝置和远距离操縱方面起着主要作用的是苏联科学院自动裝置和远距离操縱研究所,他們进行了一系列重要的理論工作和实际工作。

巴姆菲洛夫公用事業科学院是实行城市給水構築物自动化实

际决定的最早組織之一,它早在 1934—1935 年就已完成了將基涅雪姆水厂轉变为全部国产装备的自动操縱的工作(設計工作和安裝工作)。

在 1936—1937 年,其他水泵站的設備也自动化了(斯大林水厂,莫斯科运河等)。

在自动化水泵站內,水泵是依水庫內水位(用浮标繼电器)、水头(用压力繼电器),主輸水管內水的流量或用時間繼电器来开停的。閘門閥的啓閉、水泵的引水、發生故障的水泵电动机与备用机組的轉換、信号設備元件(例如閘門閥終端位置的触点)等也自动化了。

机組的自动保护——电气保护和机械保护被广泛应用。电气保护用于电網短路、相位断路、电压低落、电动机繞組內綫間短路、繞組过载或过热等事故。机械保护用于防止軸承过热(用热繼电器)、真空破坏(用真空繼电器)、管網內水压升高、水管断裂、水位故障性升高等。

水泵站操作的自动控制可利用普通自动電話器械和城市電話網。

在 1948 年类似的水泵站操作的電話控制系統在莫斯科的水泵站之一中实现了。当城市自动電話打进这一水泵站时,水泵站內就傳送出关于机組情况的簡短的自动报告:它們哪一台是在運轉,水位的資料等等。

至于淨水站方面,自动化暫時还只应用于少数設備上,那也不是全面的。这是由于淨水站所进行的工序非常复杂和多样化。在水泵站內,自动化的基本任务为水泵的自动开停,而淨水站的自动化則应当保証自动完成一系列不同的工序:凝聚剂的供应和投注,叶片式攪拌器的轉动,沉淀池內刮泥机的动作,濾池工作的調节,水的加氯消毒等等。

在淨水站內應用自動裝置，需要各不同處理階段有非常精密的協調，因此較水泵站複雜得多。

淨水站的自動裝置除完成操作過程以外，還必須借助於光電器械來完成控制作用。

公用事業科學院榮獲斯大林獎金的技术科學副博士 B. A. 米哈伊洛夫設計了一種光電分析器。這一器械能指示並記錄淨水站內的四種參數：混濁度、色度，pH 值（水的反應）和剩餘氯值。

除利用光電管動作的控制儀表以外，還可以應用根據電解原理動作的儀表。它們可以測量水的鹽度（鹼度，礦化度），凝聚劑投註量，也可以測量 pH 值和剩餘氯值。用這些儀表可測定浸在試驗溶液內的二根電極的電位差（以毫伏計）。

現代的技术狀況容許用裝置濾池水頭損失測量儀表和電氣觸點的辦法來使任何過濾站的工作完全自動化起來。只要水頭損失達到一定的數值，觸點立即自動地把濾池接入沖洗。

濾池隨後的操作階段（沖洗、初濾水的排除、濾池接入運行）全靠循環式電力調節器和時鐘機械來進行。

飲用水和工業用水的現代處理方法，如凝聚劑的投註、凝聚劑和水的攪拌、濾速的調節、水的加氯和加氨、pH 值的調節等過程操縱的自動化完全是必要的。因為在手工操縱的情況下，這些過程實際上不可能求得高的精確度。

要使水的個別處理過程獲得必要的順序和持續時間，陽離子交換式濾池和壓力式石英砂濾池這些現代設備也需要自動操縱。

自動裝置在控制水質（混濁度、色度）、剩餘氯值等方面也有重大意義。控制水的處理過程需要非常高的精確度，在這方面，人的眼睛當然不能和自動裝置，特別是為這種目的而採用的光電管相競爭。

在污水处理方面,由于水的处理工艺过程的复杂性,尤其是活性淤泥,自动操縱同样是非常必要的。为了要截留污水中所含大块廢物,采用备有机动耙的間隙式固定帘格。耙沿着二根环形鏈移动;廢物是在錘式破碎机中被压碎的。廢物由輸送机送入破碎机內。这些机组至少都应有半自动操縱。

污水是在輻射式沉淀池中澄清的。沉淀池帶有清除沉渣和耙集所获油脂物体的机械設備。刮泥机的自动控制和泥斗周期冲洗的自动化是必須的。油脂物体經過泥斗而积聚到一級沉淀池的排泥管網中去。

不会阻塞的柱塞水泵容許全部排泥过程自动化。这类水泵之一工作失常时,备用机组应能自动接入。

主要机械和控制測量仪表必須集中在位于曝气池前沿的操縱廊內。它們操縱着和控制着曝气池的工作,調节淤泥从二級沉淀池和淤泥濃集器排出。

为了在一級消化池內用甲烷發酵的方法来处理原始沉渣和剩余活性淤泥起見,必須使温度自动保持不变,并保証沉渣能由螺旋式攪拌器或用其他方法自动攪拌。

真空过滤器內的机械脫水設備和鼓式干燥器內的沉渣烘干設備也应有自动操縱。

为了保証上述設備的操縱能依次自动化起見,在世界上最大的污水厂之一的古里揚諾夫曝气站(莫斯科)中完成了一系列污水处理工艺方面的新設施。

現代水厂,特别是在大城市和大型工業企業中的水厂,具有复杂的輸水管網,由几个水泵站供水。管網上裝置着几十个进水库、压力水库和集水库,成百个帶有閘門閥和其他配件的井,用来在正常工作情況下以及發生故障时操縱管網。

国立給水排水設計院完成了一种区域性水厂的調度化和自动

化的設計。

从地位高于城市的露天河水庫中流出的水經過总構筑物的樞紐,加以淨化,由二級升压水泵站分三个方向压入三級升压水泵站的水庫中。压力管道的总長度达 63 千米。

構筑物的綜合体包括七个水泵站、一个淨水站、四座加氯設備、十一个大型水庫、二个压力水塔、長約 150 千米的輸水管道和相当長的局部輸水管網。

操縱所有这些構筑物和控制它們的工作是非常困难的。在建立調度化和自动化时,这些問題在極大程度上已簡化了。

設計規定建立一个在城市內的区域調度所(РЦЦ)和六个屬於总給水樞紐的局部調度所(МЦЦ)。

局部調度所控制并局部操縱或远距离操縱該所所有設備(水泵机組、閘門閥、饋电綫断路器和变压器断路器、水庫、輸水管道等)。

局部調度所备有必須的器械和仪表。这里有:远距离启动和局部启动水泵及閘門閥的器械,工艺測量仪表和电气測量仪表,机組、閘門閥的正常状态和故障的信号設備等。

調度化和自动化的預算价值占区域性水厂扩建和改建总价值的 7.5%。假如將一切已在运用的区域性水厂構筑物加以估价的,則調度化和自动化的实际費用不致超过 2.5%。此外,自动裝置可以使厂內工作人員的总人数从 63 人縮減至 24 人。这就获得了巨大的貨幣節約。

必須注意到,飲用水、工業用水和污水的淨化和处理的現代方法要采用一系列化学藥品(藥剂):硫酸鋁、石灰、苏打、活性炭、氯、氨、碳酸气等。

最后,生产的技术水平是提高了,因为自动化:

(1)保証水的处理有高等品質;

(2) 消灭水的过多損耗(冲洗时、排除初濾水时、清洗陽离子交換式濾池时等);

(3) 节约凝聚剂的用量;

(4) 提高设备的生产率;

(5) 促使生产人员提高工作技能;

(6) 对服务质量提出較高的要求;

(7) 必須采用質量合乎标准的凝聚剂。

自动化是基于广泛利用电能来饋給离心水泵的电动机、电动閘門閥和机械设备的电动机、自动器械、指示仪表和自动记录仪表,同样也基于工艺过程方面——用紫外綫、臭氧等使水消毒。

自动装置的发展前途和实现建立在我国学者們所进行的研究工作的基础上。从事于自动装置的理論研究以及自动设备和仪表的結構研究的有:苏联科学院自动装置和远距离操縱研究所、中央波尔苏諾夫鍋爐渦輪机研究所、全苏捷尔仁斯基热工研究所等处的工作人员們。除 И. И. 契彼雪夫, И. А. 浮思涅格拉特斯基和 Н. Е. 茹科夫斯基以外,近年来进行自动装置方面的理論研究工作的有 А. А. 安德罗諾夫院士, И. Н. 伏斯涅新斯基教授, С. П. 格拉西莫夫, В. В. 索洛道夫尼科夫, М. А. 格甫里洛夫和其他苏联学者們。

科学研究工作的結果以及根据第十九次党代表大会的指示,对操縱和控制工艺过程自动化方面仪表制造所作的广大发展,为国民經济各部門实行自动化創造了可能,也包括給水工程和各种污水的净化在內。

淨水工艺的自动化可以保証創造出这样一种型式的淨水站,这里一切生产过程都将自动进行,而人只要按时地起监督作用。

第一章 給水排水構築物自动化的 一般問題

§ 1. 給水排水構築物的特性,它們決定構築物 操作自动化的必要性

自动裝置和远距离操縱在給水排水事業中由于它所固有的下列特性而具有巨大意义:

(1) 給水構築物的工作有高度重要性,它們是为居民、工業、消防等首要而迫切的要求服务的,因而就要求保証这些構築物的工作有最大連續性;

(2) 給水構築物是在經常改变負載和水头的情況下工作的;

(3) 構築物的工作情况决定于原水的品質;

(4) 構築物的地区分散,尤其是有几个水泵站供水給管網时,因此必須由一个中心点来使其工作協調一致;

(5) 处理水的工艺过程复杂,必須保証以高等品質的水供給用戶;

(6) 由于城市的發展引起需水量的增加,必須經常提高給水系統的生产率;

(7) 必須保証水泵机組的最經濟运轉,因为水泵机組所消耗的电能很大,这既需要迅速改变运轉机組的轉数,又要迅速改变由管網工作情况所决定的机組的配合。

給水系統的这些特性使有必要將給水構築物全部集中操縱。

排水系統的特性在于構築物的規模巨大,構築物相互之間距離很远,工作情況的特点是污水的質和量經常改变,水的淨化复杂等。

集中操縱可以在有調度机关存在的情況下進行。調度机关裝備着自動操縱,自動控制和自動保护的必要工具。

当各个單獨構築物的自动化程度和自动化範圍選擇正确时,以及当自動裝置和远距离操縱的工具選擇正确时,集中操縱可以获得最大的技术經濟效果。

§ 2. 構築物按照自动化程度的分类

按照自动化的程度,一切構築物可以分为兩类:

(甲)自动化構築物;

(乙)半自动化構築物。

不要管理人員的这种構築物称为自动化構築物:設備元件的全部轉換操作(水泵机組的开停,閘門閥的开啓,濾池的冲洗等)由一个短时脉冲来进行。全部过程是由这一机組的運轉工艺情况决定而依次进行的。

設備元件的开停脉冲可以是:

(甲)从任何一种控制水位、水压、温度等的自動裝置而来;

(乙)从位于構築物外面的調度所借助于远距离操縱設備而来。

有值班人員的構築物称为半自动化構築物,操縱脉冲由操縱点發出。

第一种和第二种構築物以及全部設備元件(机組的)的工作是靠仪表来控制的,仪表將适当的信号發送到操縱点,并在机組的正常運轉情况破坏时將它断开。

§ 3. 自动化程度和自动化范围的选择

选择各种构筑物的自动化程度，是由全部给水系统的工艺程序图、构筑物的工作情况和它的用途来决定的。

在决定给水构筑物的自动化程度时，系根据下列意图：

一级升压水泵站的特点为水泵机组的运转情况是均匀的，这种情况决定于净水构筑物的工作情况。因此，一级升压水泵站的全部自动化是最合理的。它们的操纵，一般來說，是由备有发送设备情况的远距离信号装置的水库、将其中的水位情况向调度所发送而进行的。

二级升压水泵站和加压站的特点是水泵的运转情况要由负载曲线和管网压力来决定。

在全部自动化的水泵站内，设备的工作情况最为正确，水泵站的工作和管网的工作也能取得一致。操纵应由调度所来执行。小型水泵站可由水库水位或管网压力来操纵。

净水构筑物是一个复杂设备的综合体，其大部分是根据因原水水质改变而改变的规则来工作的。部分工序（滤速的调节、氯和

表 1. 给水系统构筑物的自动化程度

构筑物名称	机组的关停和调节		由哪一点或哪一种参数来操纵	将设备的工作信号发送到哪里去	值班人员
一级升压水泵站	自动化		水库水位	调度所	无
饮用水的净水构筑物：					
凝聚剂的调制和投注	同	上	凝聚剂浓度	同 上	有
调节	同	上	流量	同 上	有
滤池的冲洗	同	上	水头损失	同 上	有
二级升压水泵站	同	上	调度所	同 上	无
区域性水泵站	同	上	水库水位或管网压力	同 上	无

表 2. 排水系統構築物的自动化程度

構築物名称	机組的 开停和 調 节	由哪一点或 哪一种参数 来 操 縱	信号發送 到哪里去	值班 人員	备 注
不大的水泵站 (主要是区 域性的)	自动	进水库水位	这一排水地 区的調度 所或局部 調度所	無	水泵站内有粗柵欄, 由排水地区工作人員 在巡查时清洗(一班 一次或一日夜一次)
大型(总)水泵 站	手动 (按鈕)	水泵站的操 縱板	操縱板	有	应預备机組故障时 自动断开,同时緊急 放水自动合閘,用擋 板將进水渠堵住
污水淨化構築 物: 耙	自动	局部調度所	局部調度所	無	必須防止大块物件 落到耙上,以及金屬 落入廢物破碎机中
沉砂池放空 (冲洗)	自动	积砂程度	局部調度所	無	
一級沉淀池: 刮刀	自动	水位或時間	局部調度所	無	
沉渣的排出	自动	进水库水位	局部調度所	無	必須控制排出沉渣 的水份
曝气池—— 調节空气的 供应	自动	溶解氧的数 量	局部調度所	無	必須控制淤泥的水 份,氧的生化用量,溶 解氧的数量
二級沉淀池 ——調节淤 泥排出速度	自动	进水库水位	局部調度所	無	必須控制悬浮微粒 的含量
消化池—— 閘門,攪拌 器,通風机	手动 (按鈕)	操縱板	操縱板	有	必須控制排出沉渣 的溫度,气体流量、蒸 汽压力,排出沉渣的 水份,淤泥流体中氮 的数量,脂肪酸的数 量

別种藥剂的投注)需要連續不断地操縱。其余工序(濾池的冲洗,排放沉渣到溝渠中去等)是周期性地进行的。

当这些工序全部实行自动化时,能保證严格遵守已确定的情况,并改善工作人員的劳动条件。

决定排水系統个别構築物的自动化程度时,意圖与决定給水系統的自动化程度时相同。