



中石化上海工程有限公司
工程硕士实践教学用书

石油化工给水排水工程设计

SHI YOU HUA GONG GEI SHUI PAI SHUI
GONG CHENG SHE JI

吴德荣 主编



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS



SSEC

中石化上海工程有限公司

石油化工给水排水工程设计

吴德荣 主编



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

图书在版编目(CIP)数据

石油化工给水排水工程设计 / 吴德荣主编. —上海: 华东理工大学出版社, 2018. 7

ISBN 978-7-5628-5502-6

I. ①石… II. ①吴… III. ①石油化工-给水工程-工程设计
②石油化工-排水工程-工程设计 IV. ①TU745.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 132972 号

策划编辑 / 徐知今

责任编辑 / 徐知今

装帧设计 / 戴晓辛 靳天宇

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地址: 上海市梅陇路 130 号, 200237

电话: 021-64250306

网址: www.ecustpress.cn

邮箱: zongbianban@ecustpress.cn

印 刷 / 江苏凤凰数码印刷有限公司

开 本 / 787mm×1092mm 1/16

印 张 / 16

字 数 / 384 千字

版 次 / 2018 年 7 月第 1 版

印 次 / 2018 年 7 月第 1 次

定 价 / 58.00 元

版权所有 侵权必究

本书编委会

主编

吴德荣

编委(按姓氏笔画排序)

王江义	叶文邦	刘文光
陈宇奇	沈江涛	吴丽光
宋 扬	吴卓敏	汪建羽
陈国明	杨兴有	杨琳琳
胡 金	凌元嘉	夏庭海
曹成亮	崔文钧	褚以健

序

为了适应我国经济建设和社会发展对高层次专业人才的需求,培养具有较强专业能力和职业素养、能够创造性地从事实际工作的高层次工程人才,国务院学位委员会于1997年第十五次会议审议通过了《工程硕士专业学位设置方案》,由此拉开了我国工程硕士专业学位研究生教育的序幕。

15年来,我国工程硕士专业学位教育获得了快速发展,培养高校不断增加、培养规模迅速扩大、培养领域不断拓展。从上海的情况来看,目前有11所高校开展工程硕士研究生培养,涉及现有40个工程领域中的35个,共有150个工程领域授权点。随着工程硕士专业学位研究生教育的发展,国外的办学模式、办学理念及实践教材被不断引进国内。同时,国内各地区、各部门积极推进工程硕士培养的实践教学环节改革,已取得了一定成效。但总体而言,目前工程硕士专业学位研究生的实践应用能力与实际岗位需求仍有一定差距,高校的实践教学工作仍需大力加强,特别紧迫的是要构建起具有特色、符合岗位需求的实践教材和课程体系,更好地指导和开展工程硕士专业学位研究生实践能力的培养与教学。

为此,上海市学位办组织相关高校从事工程硕士教育的专家和管理干部,多次召开加强实践教学的工作研讨会,旨在推动高校在构建实践教材和课程体系方面取得积极进展,以不断满足工程硕士专业学位研究生培养的实践教学需求。华东理工大学作为全国首批工程硕士培养单位之一,根据多年工程硕士培养的经验,结合行业岗位的实际要求,与中石化上海工程有限公司合作编写了这本工程硕士实践教学用书。该书具有实践性强、应用面广、内容通俗易懂的特点,可供相关领域工程硕士研究生开展实践学习时选用,也可为广大从事工程实践的工程技术人员提供相关参考。

2012年正逢华东理工大学建校60周年,很高兴看到华东理工大学能够结合学校学科特色,与企业合作编写“工程硕士实践教学用书”,这在提升工程硕士实践教学水平、提高工程实践能力方面是一次有益的探索。相信经过努力,华东理工大学在工程硕士实践教学方面必然会取得更多的成就,工程硕士培养质量会更上一层楼。

上海市教委高教处 
2012年10月

前 言

中石化上海工程有限公司(以下简称上海工程公司)的前身是上海医药工业设计院,创建于1953年。65年来,公司不断发展壮大的历程铸就了企业深厚的文化底蕴,在诸多工程技术领域创下了永志史册的“全国第一”。众多创新成就在各个领域跻身先进行列,为我国国民经济发展做出了积极贡献。

上海工程公司本次受全国工程硕士教指委、上海市教委和华东理工大学的委托,负责编写工程硕士实践教学用书《石油化工给水排水工程设计》。上海工程公司集65年企业工程建设实践与理念为一体,组织多名设计大师和国家注册资深设计专家,融入了多年工程建设的智慧和经验,吸收了工程技术人员的最新创新成果,依据既注重基本理论,更着力实践应用原则,使教材基于理论,源于实践,学以致用,力求将专家、学者、行家里手在长期工程实践活动中积累的心得体会和经验介绍给广大的青年学子,借此希望能对工程硕士培养教育和工程实践企业基地建设工作有所启发、借鉴和指导。

全书共11章,主要介绍石油化工给水排水工程设计中的给水工程,排水工程,建筑给水排水工程,净化水场设计,循环水场设计,给水排水水质标准,给水排水工程消耗计算规定,给水排水管道设计、给水排水管道材料设计、管道的绝热、防腐与表面色设计等内容。本书资料翔实,内容丰富,具有应用性强、章节分明、解释准确等特点,既可作为相关领域工程硕士实践教学用书,亦可供从事石油化工结构工程设计的工程技术人员作参考。

本书编印获得全国工程硕士教指委“提升实践教学质量,培养社会需求人才”课题和上海市教育委员会“专业学位研究生实践教学基地建设”课题立项支持,在此表示感谢。本书编写过程中参考了许多文献,引用了一些行业资料和数据,亦在此向相关作者致谢。本书编委会的各位专家在编制过程中付出了辛勤的劳动和努力,在此表示衷心的感谢!

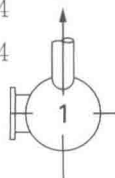
由于石油化工给水排水工程设计博大精深,涉及知识浩如烟海,且在工程建设实践中不断充实、完善和发展,因此书中的不足之处在所难免,希望广大师生、同行专家和读者提出宝贵的意见和建议,以便我们提高水平,持续改进。

编者

2018.05

目 录

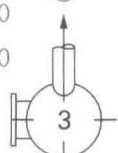
第1章 绪论	1
第2章 给水工程	3
2.1 给水系统	3
2.1.1 给水系统的划分	3
2.1.2 给水系统用水量定额和水量计算	3
2.1.3 设计资料收集	6
2.1.4 给水构筑物设计流量	7
2.1.5 水泵扬程计算	8
2.1.6 给水工程抗震	8
2.1.7 给水系统防止回流污染措施	9
2.1.8 消防给水	10
2.2 给水管道	12
2.2.1 一般规定	12
2.2.2 厂区给水管网	13
2.2.3 管径计算	16
2.2.4 水头损失计算	17
2.2.5 给水管网水力计算	17
2.3 给水泵房	18
2.3.1 一般规定	18
2.3.2 常用给水水泵选用	18
2.3.3 水泵机组设计要求	19
2.3.4 泵房布置要求	19
2.3.5 水泵机组布置	19
2.3.6 泵房内管道、配件和阀门布置	21
2.3.7 吸水井布置	24
2.3.8 泵房高度	24
2.3.9 水泵引水设备	24
2.3.10 泵房起重设备	24





2.3.11	泵房噪声控制	25
2.3.12	泵房采暖通风、照明、通信及其他要求	25
2.3.13	泵房排水	25
2.3.14	水泵运行调节	25
2.3.15	水锤防止	25
第3章 排水工程		27
3.1	污水来源与性质	27
3.2	系统的划分	28
3.2.1	一般规定	28
3.2.2	排水系统划分	28
3.2.3	设计流量	29
3.3	排水管道	29
3.3.1	污水管道系统的设计	29
3.3.2	雨水管渠系统设计	31
3.3.3	厂内雨水明沟设置	34
3.3.4	雨水监控	36
3.3.5	雨水、污水管道设计	36
3.3.6	雨水、污水管道检查井的设置	37
3.3.7	出水口	37
3.4	排水泵站	37
3.4.1	主要设计参数	37
3.4.2	进水设施	38
3.4.3	泵房设计	40
3.4.4	出水设施	42
3.5	水体污染防控措施	42
3.5.1	一般规定	42
3.5.2	消防事故水收集、处置	43
3.5.3	事故排水系统收集	44
3.5.4	事故排水储存	44
3.5.5	事故排水处置	46
3.5.6	水体环境风险防控监测监控设施	46
3.6	防渗设计	46
3.6.1	设计原则	46
3.6.2	防渗的设计标准一般规定	46
3.6.3	污染防治区划分	46
3.6.4	源头控制措施	47

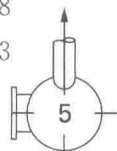
3.6.5	排水系统防渗设计	48
3.6.6	防渗构造设计	49
3.6.7	地下水防渗监控体系	50
3.7	排水管道安全措施	51
3.7.1	一般规定	51
3.7.2	安全措施	52
第4章	建筑给水排水工程	54
4.1	建筑给水	54
4.1.1	给水系统划分	54
4.1.2	给水系统组成及设备设置	58
4.1.3	给水管道布置	62
4.1.4	防止水质污染	65
4.2	建筑排水	67
4.2.1	排水系统划分	67
4.2.2	排水系统组成	67
4.2.3	排水管道布置	67
4.2.4	排水管道水力计算	70
4.2.5	屋面雨水排放	71
4.2.6	建筑消防排水	71
4.3	建筑热水	72
4.3.1	建筑热水供应系统	72
4.3.2	热水用水定额、水温及水质	73
4.3.3	耗热量与热水量的计算	75
4.3.4	加热设备的选用	76
4.3.5	管网计算	78
4.3.6	管材、附件、阀门及管道敷设	79
4.4	建筑消防给水排水	80
4.4.1	消防给水	80
4.4.2	消防排水	86
第5章	净化水场设计	87
5.1	一般要求	87
5.2	净水工艺流程选择	88
5.3	平面布置	89
5.4	流程标高	90
5.5	管线布置	90





5.6	净水构筑物	91
5.7	一体化净水构筑物	96
5.8	流量计量	97
5.9	过程监测	98
5.10	消耗量计算	99
第6章 循环水场设计		100
6.1	石油化工企业循环水场的术语与定义	100
6.2	循环水场总体设计	100
6.2.1	一般规定	100
6.2.2	水量计算	101
6.3	场址选择	102
6.4	场内布置	102
6.5	冷却塔设计	103
6.5.1	一般规定	103
6.5.2	冷却塔塔形和结构设计	103
6.5.3	冷却塔内部构件和风筒设计	103
6.5.4	冷却塔风机的有关规定	104
6.5.5	冷却塔的計算	104
6.6	循环水泵的选择	104
6.6.1	循环水泵的流量和扬程确定	104
6.6.2	循环水泵的选择	104
6.7	循环冷却水水质处理设计	105
6.7.1	循环冷却水水质处理设计内容	105
6.7.2	循环冷却水水质处理的计算	105
6.7.3	循环冷却水水质处理设备选择	107
6.8	循环水场控制及配电要求	107
6.9	循环水水质分析	107
6.9.1	水质日常检测项目	107
6.9.2	根据具体要求增加检测项目	107
6.10	循环水场环境保护	108
第7章 给水排水水质标准选定		109
7.1	原水水质标准	109
7.2	生产给水水质标准	112
7.3	生活给水水质标准	113
7.4	循环冷却水水质标准	117

7.5	污水水质标准	119
7.6	再生回用水水质标准	122
第8章 给水排水工程消耗计算规定		125
8.1	物料消耗量统计原则	125
8.2	全厂用水消耗量统计方法	125
8.3	主体单元物料消耗量统计方法	125
8.3.1	净水场	125
8.3.2	循环水场	126
8.3.3	雨水(污水)提升泵站	127
8.3.4	污水处理场	127
8.4	物料单位实耗量统计方法	128
8.4.1	用水单位实耗量	128
8.4.2	用蒸汽单位实耗量	128
8.4.3	用电单位实耗量	129
8.4.4	用风单位实耗量	129
第9章 给水排水管道设计		130
9.1	给水排水管材、阀门和接口	130
9.1.1	一般要求	130
9.1.2	管道材料的选择	130
9.1.3	阀门设置与选型	131
9.1.4	管道接口	133
9.2	管道平面布置、间距	134
9.2.1	一般要求	134
9.2.2	管道平面布置	135
9.2.3	管道间距	136
9.3	管道基础和支吊架设计	138
9.3.1	一般要求	138
9.3.2	埋地管道基础	139
9.3.3	管道埋深	139
9.3.4	地上管道支吊架	140
9.4	给水排水井类及附件	142
9.4.1	一般要求	142
9.4.2	给排水井类设计	143
9.4.3	给水排水附件选用	148
9.5	管道设计	153



9.5.1	压力流管道设计	153
9.5.2	重力流管道设计	154
9.6	三维模型设计	157
9.6.1	三维设计软件的功能	157
9.6.2	主要三维工厂设计软件	159
9.6.3	三维模型设计	162
9.6.4	三维模型漫游软件	163
9.6.5	三维模型设计在给排水工程设计中的应用	164

第10章 给排水管道材料设计 166

10.1	管道材料等级	166
10.1.1	管道材料等级概念	166
10.1.2	管道材料等级组成	167
10.1.3	管道材料等级作用	168
10.1.4	管道材料等级表	169
10.2	常用给排水管道器材及其选用	170
10.2.1	管道连接方式	171
10.2.2	金属管和非金属管	172
10.2.3	管道连接	174
10.2.4	管件	175
10.2.5	管路补偿接头(伸缩接头)(图10-11)	178
10.2.6	法兰、垫片及紧固件	178
10.2.7	硫化橡胶密封圈(图10-22)	184
10.2.8	阀门	184

第11章 管道的绝热、防腐与表面色设计 193

11.1	管道的绝热设计	193
11.1.1	绝热术语	193
11.1.2	管道的绝热的功能及目的	194
11.1.3	管道绝热的应用范围	194
11.1.4	绝热材料的要求	194
11.1.5	常用绝热材料的性能	196
11.1.6	绝热计算	197
11.1.7	绝热结构设计	208
11.1.8	绝热层结构图	212
11.2	管道的防腐设计	216
11.2.1	外防腐一般要求	216

11.2.2 内防腐一般要求 216

11.2.3 防腐油漆涂料选用及要求 216

11.2.4 钢材表面腐蚀的分类 217

11.2.5 钢材表面预表面处理锈蚀等级 220

11.2.6 地上管道防腐蚀设计 220

11.2.7 埋地管道防腐蚀设计 222

11.2.8 管道防腐施工一般要求 225

11.2.9 地上管道防腐蚀施工要求 227

11.2.10 埋地管道防腐蚀施工要求 227

11.3 管道的表面色设计 229

附录 A 石油炼制、石油化学工业污染物排放标准 232

附录 B 企业周边水环境敏感程度分类 235

附录 C 埋地钢管道外防腐层结构 236

参考文献 237

第1章 绪论

随着经济和科学技术的不断发展,石油化工及煤化工工程的规模日渐趋于大型化,同时国家对环境保护和消防安全设计的要求越来越高,设计安全、可靠、经济和环保的石油化工及煤化工工程是石油化工企业设计人员的共同目标。本书旨在使给水排水设计人员在石油化工及煤化工工程设计中更好地贯彻落实《石油化工给水排水系统设计规范》《石油化工企业设计防火规范》等国家和行业标准,进一步提高石油化工及煤化工工程给水排水设计质量和设计效率,供全国各设计单位参考执行,也可作为石油化工给水排水专业教学用书。

石油化工给水排水工程设计包括给水系统设计、给水管道设计、给水泵房设计、净化水场设计、循环水场设计、排水系统设计、排水管道设计、排水泵站设计、水体污染防治措施设计、污水防渗设计、排水管道安全措施、建筑给水设计、建筑排水设计、建筑热水设计、建筑消防设计等。

给水系统设计是按照生产设施的供水要求,划分给水系统,确定给水系统流程,设置增压设施等。

给水管道设计是在给水系统设计的基础上,确定给水管道的走向、平面位置、管径、标高,设置相关的检修阀门及辅助阀门(排气阀、排空阀)等。

给水泵房设计是在给水系统设计的基础上,选择水泵(增压设备)的型号,确定泵房的平面尺寸及高度,选择合适的起重设备以及相关的管道设计等。

净化水场设计是按照建设地的市政供水状况和给水系统设计需求,确定净化水场处理规模及净水处理的流程,选择各种处理设备的规模,确定净水站各类处理设备的平面布置及高程,选择合适的水泵(增压设备)以及各类设备和管道的设计等。

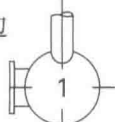
循环水场设计是依据给水系统设计需求,确定循环水场的供水规模及流程,选择合适的冷却塔、旁滤设备、水泵、水处理药剂及加药设备,确定循环水场各类设备的平面布置以及各类设备和管道的设计等。

排水系统设计是按照生产设施的排水要求,划分排水系统,确定排水系统流程,包括提升泵站的设置等。

排水管道设计是在排水系统设计的基础上,确定排水管道的走向、平面位置、管径、标高,设置相关的排水检查井、水封井等辅助设施。

排水泵站设计是在排水系统设计的基础上,选择合适的排水泵(增压设备),确定泵房的平面尺寸及高度,选择起重设备以及其他辅助设备和管道的设计等。

水体污染防治措施设计是通过分析在事故状态下物料泄漏、火灾、爆炸等过程中可能产生的污水对水体和土壤环境的危害,确定防污染排水的流程,划分受控面积,计算污染排水的排水量,确定事故水池的容积,以确保事故状态下,污染排水的有效收集,最大限度避免影响周边





环境。

污水防渗设计是根据生产装置污染防治区域类别,合理划分污染防治区,还包括排水管材的选择、接口的处理、管沟的设置以及土壤防渗的具体处理等。

排水管道安全措施设计包括排水系统的划分、水封井的设置、排气管的设置、含可燃液体污水管的总体布置以及污水管材的选择等。

建筑给水排水及建筑消防设计是根据建筑生产、生活需求,确定给水排水系统及消防系统,完成给水排水和消防设备及管道设计(包括管道走向、平面位置、管径、标高等,并设置相关的消防设施、阀门、清扫口等)。

本书的编写目的是让有志于从事石油化工业给水排水设计的学生全面了解石油化工业给水排水设计的工作内容、步骤和设计要点,相信通过本书的学习,能为培养合格的石油化工业给水排水设计技术人员打下坚实的专业基础。

第2章 给水工程

2.1 给水系统

2.1.1 给水系统的划分

石化、化工生产离不开水的供应,水不仅用来冷却带走生产中需要除去的热量,在大多数化工、石化生产中水也是一种工艺介质。因此,一般化工、石化工厂都有以下几种给水系统。

(1) 循环冷却水系统。用于带出工艺过程中的热量;供给工艺换热器、冷凝冷却器、机泵、汽轮机等的冷却用水,回水返回冷却塔冷却后循环使用。系统主要组成:冷却塔、水泵、加药、加氯(或其他氧化性杀菌剂)、监测换热器等。

(2) 工艺用水系统。用于为工艺生产提供所需纯度的水,例如一般生产用水、软化水、除盐水等;脱离子水、纯净水等特殊要求的工艺用水一般在装置内自建相关净化装置,属于工艺装置和流程的一部分。

(3) 生活给水系统。生活给水系统包括办公室卫生用水(生活饮用、生活洗涤、淋浴、冲厕),也包括事故紧急喷淋和洗眼器用水的供水。

(4) 稳高压消防水系统,平时采用稳压设施维持高压消防水管网的压力。火灾时,依靠压力供生产装置区、罐区及辅助生产区等区域消防用水(包括消防冷却、消防灭火、泡沫液配制等用水)。系统管道压力一般为 $0.7 \sim 1.2 \text{ MPa}$ 。消防水的流量及持续供水量须满足相关消防规范的要求。

(5) 回用水系统。根据不同水质可供生产、绿化、冲洗、消防水系统的补充等用水。

(6) 再生水系统。根据不同水质可供生产、循环水场、罐区的洗罐及试压、冲洗、开停工用水、消防水系统的补充、绿化等用水。

2.1.2 给水系统用水量定额和水量计算

工厂或单元的设计给水量一般包括生产给水量、生活给水量、稳高压消防水量、循环冷却水量。各种水量均应根据工厂或单元设计能力按系统分别计算。

1. 生产给水量

全厂生产产量最高时设计给水量(除循环水系统外)应按同时生产的各单元最高用水量与系统未预见水量之和计算。未预见水量可分别按各种系统水量的 $15\% \sim 20\%$ 计算;在计算单元生产给水量时,不计算未预见水量。

生产用水量应按工艺生产需要计算,下列几种用水量可按“用水量指标”计算。

(1) 储罐夏季喷淋冷却用水量,可按表 2-1 计算。

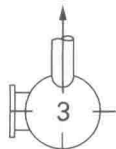


表 2-1 储罐喷淋冷却用水量指标

储罐种类	每小时用水量指标
球罐或卧式罐	0.18 m ³ /m ²
拱顶罐	0.4~0.6 m ³ /m

注 1:球型罐或卧式罐的冷却用水量按罐表面积的一半计算。
 注 2:拱顶罐的冷却用水量按罐的周长计算。

(2) 冲洗储罐用水量,可按表 2-2、表 2-3、表 2-4 计算。

表 2-2 冲洗储罐用水量指标

储罐容积	一次冲洗用水量/m ³
100	9
200	13
300	16
500	25
700	30
1 000	45
2 000	70
3 000	100
5 000	160
10 000	300

表 2-3 冲洗储罐用水量指标

储罐容积		一次用水量指标/(立方米/辆)
大于 10 000 m ³	罐底一次冲洗用水量	0.3~0.5
	罐内壁一次冲洗用水量	0.1~0.2

表 2-4 罐车人工洗刷用水量指标

罐车类型		一次用水量指标/(立方米/辆)
重油车	冷水用水量	0.5~1.0
	热水用水量	3.0~5.0
轻油车		0.5~1.0
其他		3.0~7.0

注 1:当采用洗罐器洗刷时,洗一台汽车或煤油车为 10~15 min,其用水量可按 4.5~6.75/辆计算;洗一台柴油车为 20~25 min,其用水量可按 11.25 立方米/辆计算;洗一台润滑油车为 20~30 min,其用水量可按 9~13.5 立方米/辆计算。
 注 2:罐车洗涤站用洗罐器洗刷车辆时,洗罐器的同时作业率按 25%~50%设计。每台洗罐器的用水量为 27 m³/h。