



节能减排技术丛书

J I E N E N G J I A N P A I



蒸汽节能 ——应用技术及实施方案

吴高峰 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

节能减排技术丛书

蒸汽节能

——应用技术及实施方案

吴高峰 编著



机械工业出版社

目前全球区域能源严重紧缺,节能已经是各国政府及生产企业非常重视和实施战略的方向。尤其我国在石化、冶金、电厂,以及大型集中供热系统(社区、机关、学校、酒店和大型综合娱乐设施等)行业和领域的蒸汽动力系统需要进一步的改造和完善。

本书针对上述情况和形势,着重介绍了蒸汽节能系统的原理、蒸汽生产的节能、蒸汽配送系统的节能、蒸汽疏水节能、蒸汽泄漏的防护、蒸汽伴热节能、蒸汽计量节能、蒸汽减温减压节能、蒸汽温控节能、蒸汽换热节能、冷凝回收节能、蒸汽蓄热节能等内容,并以实例说明。

本书实用性和操作性非常强,针对蒸汽系统管线的形式和布置、设置种类的选用和加装、控制流程中的检测和泄露防护等,以及费用计算方面,都进行了阐述。本书最大的特点是,以对实施方案利用最易理解的形式——图形来表示,主题明确、深入浅出、通俗易懂。

本书可供广大能源用户的设备管理、设计、使用和维护的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

蒸汽节能——应用技术及实施方案/吴高峰编著. —北京:机械工业出版社, 2008.1

(节能减排技术丛书)

ISBN 978-7-111-22491-4

I. 蒸… II. 吴… III. 蒸汽-节能-方案 IV. TK21-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 154520 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:沈红 版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:饶薇 责任印制:洪汉军

北京振兴源印务有限公司印刷厂印刷

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·8.75 印张·3 插页·341 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-22491-4

定价:39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379732

封面无防伪标均为盗版

序言

能源是支撑经济社会可持续发展的重要决定因素，节能降耗是落实科学发展观的重要内涵，胡锦涛总书记、温家宝总理多次就节能工作作出重要指示，国务院发布了《关于加强节能工作的决定》，并在抑制高耗能行业投资、调整能源产品价格等方面多次采取了调控措施。蒸汽节能是节能减排过程中最重要的环节之一。对于能源“节约”是永恒的主题，在我国经济发展腾飞的今天，党中央把环境保护和节约资源列为基本国策，节能工作更有着重要和深远的意义。

220 余年前人们发明了实用蒸汽机，蒸汽就在人类科技史上无愧地跻身于最辉煌的行列之中。

人们研发了用水生产蒸汽，用蒸汽输送能量，用蒸汽的凝结做成热源，用蒸汽的蒸发做成冷源，用蒸汽的膨胀做功，用蒸汽及冷凝水作成了种种工业热循环系统，多么巧妙！多么完美！多么充分！多么广泛！这项科学循环利用系列绝对是人类最高智慧的证明。

具有如此完整的理论基础，如此广阔的应用范畴和巨大的数量和如此漫长发展历史的科学技术在人类科技史上无疑是名列前茅的。

蒸汽技术的节能涉及了蒸汽的生产、输送、分配、转换、应用、控制、计量、安全、维护等诸方面。概括和简化而称“蒸汽节能”的书就是从现代的实际应用角度回答在这些方面常遇到的专业问题的著作，非常实用、非常丰富。有分析、有实际、有实例，可作为高校教学参考书，工程师的手册，管理人员的工具书，也是工程项目建设领导者决策的助手，本书必将为蒸汽技术的节能带来难以估量的效果。

本书作者吴高峰先生，长期从事此项技术的产业和研究。有充分的机会和能量，博采国内外先进的技术，实践他的理想和心得。感谢他热心地把自己的经验和储备的资料编著成书，供同行共享。

节能减排是贯彻落实科学发展观的重大举措；是建设资源节约型、环境友好型社会主义必然选择；是提高人民生活质量的必然要求，让我们每一个工程师积极参与蒸汽的节能工作，为实现国家的节能减排目标作出自己的贡献，共同创造更加洁净、更加文明的美好生活。共同构建社会主义和谐社会。

北京市建筑设计研究院顾问总工程师

中国建筑学会暖通分会副主任

教授级高级工程师

吴德绳

2007年10月

前言

实现可持续发展已经成为中国社会经济发展的一个基本方针,可持续发展不仅要强调对环境的保护,而且应包括在人口已经高度密集,人均资源相对匮乏,自然生态环境已经十分脆弱的条件下,如何解决在经济的长期高速发展的同时又要环保节能的这样一个史无前例的社会实践问题。

进入 WTO 以后,中国的劳动力成本可能还将在相当长的一个时期内保持竞争力,但资源性的成本,包括土地的价格,特别是能源的成本将不具有竞争性。中国可能还要经过二三十年的努力,才能在能源技术的平均水平上赶上国际先进水平。在这个过程中,蒸汽节能等国际能源技术的进步,无疑将对提高中国的能源技术和能效水平起重要的推动作用。中国在能源技术发展方面的自主开发能力必须加强,以不断推动能效的持续提高。可以预见,长期坚持节能优先将成为中国可持续发展能源战略的一个重要基本点。

20 多年的经济快速发展,加上所拥有世界上最庞大的消费人口,中国目前已经成为世界第二大能源消费国。据有关专家统计,2004 年中国能源消费总量为 19.7 亿 t (折合煤消耗),2001~2004 年中国能源消费年均增速高达 9.89%,2003 年和 2004 年分别达到 13% 和 15.2%。

能源消费巨增直接导致能源生产快速增长。2004 年全国一次能源生产总量为 18.46 亿 t 标准煤,同比增长 15.2%;发电量 21870 亿 kW·h,同比增长 14.5%;煤炭生产超速增长,近两年年增产量达到 2 亿 t 以上,2004 年产量达 19.56 亿 t,同比增长 17.3%;原油产量达 1.75 亿 t,同比增长 2.9%。

由此引发能源建设规模日趋庞大,电力投资热、煤炭投资热等热潮不断。

尽管如此,中国仍然存在能源短缺。尤其电力持续短缺,2005~2006年最大缺口达2500万kW;煤炭全面紧张,市场价格一路攀升,达到历史高峰;煤炭运输能力严重不足,严重制约煤炭供应;缺电造成燃料油和柴油发电增加;天然气出现季节性短缺……一方面能源需求巨大,另一方面资源并非取之不尽、用之不竭,巨大的矛盾迫使我们走节约能源的道路,大幅度提高能源利用效率,加快建设节约型社会。

据国家有关人士介绍,按现行汇率计算,2003年我国GDP约占世界的4%,但重要资源消耗占世界的比重,石油为7.4%、原煤为31%、钢铁为27%、氧化铝为25%、水泥为40%。钢铁、冶金、电力、化工等8个高耗能行业单位产品能耗比世界先进水平平均高40%以上。

资源利用效率与国外先进水平的差距表明,我国资源节约的潜力很大。资源消耗高、浪费大的根本原因是节能方式不合理,造成极大浪费。实践证明,传统的高投入、高消耗、高排放、低效率的粗放型增长方式已经走到了尽头。

从长远看来,在我国实现现代化的过程中,增加资源消费量是难以避免的,但如果继续按照传统的发展模式以大量消耗资源来实现工业化,我国的资源需求量将接近世界其他国家资源消费量的总和,这是难以想象的。走节约能源的道路是中国经济发展的唯一选择。

蒸汽节能作为节能的一个重要因素越来越引起石化、电厂、集中供热、食品、医药、钢铁等行业的重视。蒸汽作为工作流体和热传导的介质广泛应用于集中供热、电厂的动力源,石化等生产工艺过程的热源、加湿等。

蒸汽具有分配简单、输送方便、控制简单等特性,极具工业使用价值。蒸汽具有很高的热容量,在分配管网中热量传递较为简单。在追求节能和环保的当今社会,蒸汽的有效利用及节能是迫切需要解决的问题。

本书着重介绍了蒸汽节能的12大要素,包括蒸汽锅炉节能,蒸汽管道输送节能,蒸汽疏水节能,蒸汽泄漏防护节能,蒸汽伴热节能,蒸汽计量节能,蒸汽减压减温节能,蒸汽温度控制节能,蒸汽换热节能,冷凝水回收节能,二次蒸汽回收节能、蒸汽加湿等。并提出了每一蒸汽应用要素的节能特点,蒸汽节能设备的分类,节能费用计算及实施方案。

在每一个蒸汽节能要素的节能特点部分,读者将了解这一蒸汽应用过程的特点及注意事项,确认在蒸汽节能过程中需要掌握的基本要点,是下一阶段实施方案的应用原理及蒸汽知识储备。

在蒸汽节能设备分类部分,读者将了解每类蒸汽设备的工作原理,使用的优缺点,应用场合及选用原则。要知道在每一个蒸汽应用场合,没有万能的蒸汽设备,需要根据不同的使用条件来选择。

在节能费用计算部分,读者将了解每一节能要素中能够节约的能源是多少,节能的费用如何得出,并且可以计算出投资回收期,量化蒸汽节能成果,保证蒸汽节

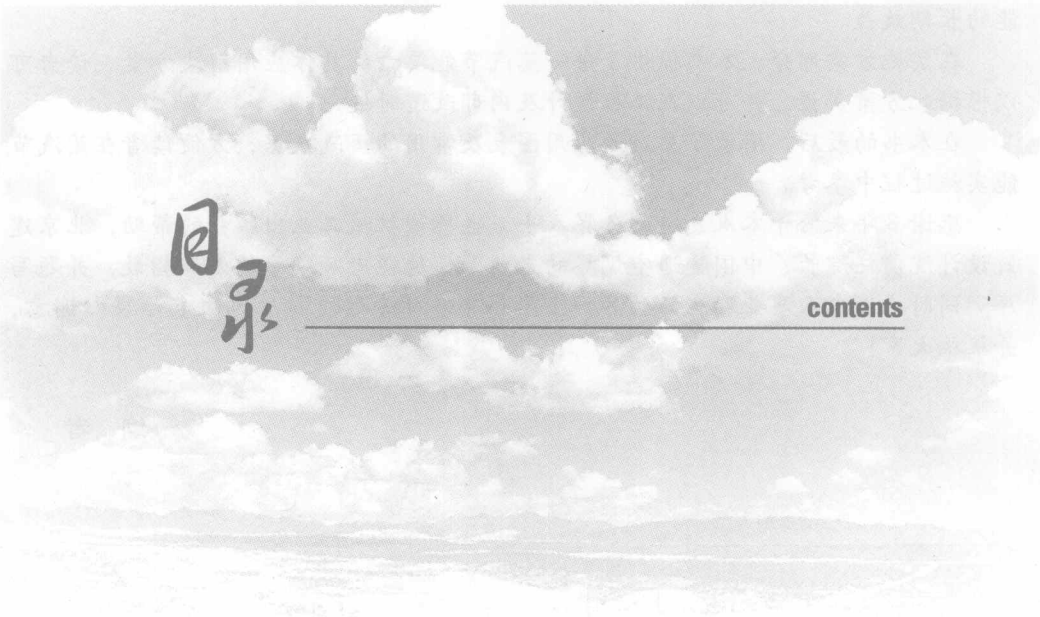
能的长期效益。

在实施方案部分,本书提供了每一蒸汽节能要素的具体应用解决方案。读者可以根据此方案实施,并可以在工程设计及内部改造时使用。

在本书的最后,附录了蒸汽的应用图表及常用的蒸汽数据,方便读者在蒸汽节能实施过程中参考。

感谢多年来给予本人支持的各界人士,也感谢机械工业出版社的帮助,北京建筑设计院前任院长、中国暖通空调界的老前辈吴德绳老师给予的无私指教,并题写序。同时感谢本人事业和生活的另一半张仁华多年来的支持。再次表示衷心谢意,并祝福大家!

编 者



目录

contents

序言

前言

第1章 蒸汽节能原理	1
1.1 蒸汽节能系统	1
1.2 蒸汽使用特性	1
1.2.1 蒸汽简介	1
1.2.2 蒸汽基础知识	2
1.2.3 饱和蒸汽特性	3
1.2.4 饱和蒸汽特性表	4
1.2.5 蒸汽压力和温度的关系	5
1.2.6 蒸汽压力和比体积的关系	6
第2章 蒸汽锅炉节能	7
2.1 蒸汽锅炉	7
2.1.1 蒸汽锅炉附件及装置系统	7
2.1.2 如何保持干净的蒸汽	8
2.1.3 如何控制起动升温	9
2.2 蒸汽锅炉节能	10

2.2.1	使用自动排污系统降低排污量	10
2.2.2	如何计算自动排污系统节能率	11
2.2.3	自动排污控制系统的形式	12
2.2.4	如何利用排污水中的能量	13
第3章 提高蒸汽品质节能（蒸汽配送系统）		14
3.1	蒸汽输送节能	14
3.1.1	蒸汽分配系统节能检查要点	14
3.1.2	蒸汽输送系统简述	15
3.1.3	蒸汽输送压力选择和原则	16
3.1.4	蒸汽管道口径选择	17
3.1.5	蒸汽管道口径计算	18
3.2	提高蒸汽品质	19
3.2.1	如何提高蒸汽品质	19
3.2.2	蒸汽管道水锤发生原因及防护	20
3.2.3	汽水分离器的分类	21
3.2.4	蒸汽汽水分离装置的组成及功能	22
3.2.5	蒸汽变湿的原因	23
3.2.6	湿蒸汽的危害	24
3.2.7	湿蒸汽存在的依据及干蒸汽获得	25
3.2.8	使用汽水分离器提升蒸汽品质	26
3.2.9	提升蒸汽品质节能计算	27
3.2.10	蒸汽分汽缸选型	28
3.2.11	如何正确地布置主管路疏水	29
3.2.12	如何正确地布置上升管主管路疏水	30
3.2.13	如何正确地布置末端疏水及排空气	31
3.2.14	如何正确地选择及安装蒸汽过滤器	32
3.2.15	如何正确布置蒸汽管道缩径	33
3.2.16	如何正确布置蒸汽分支管的连接	34
3.2.17	如何正确布置蒸汽下降管	35
3.2.18	如何正确地布置疏水点集水槽	36
第4章 蒸汽疏水节能		37
4.1	蒸汽疏水阀	37
4.1.1	为什么需要蒸汽疏水阀	37
4.1.2	蒸汽疏水阀定义及分类	38

4.1.3	浮球式疏水阀工作原理及特点	39
4.1.4	什么是顺流式浮球疏水阀	40
4.1.5	为什么需要选择逆流式浮球疏水阀	41
4.1.6	倒吊桶式疏水阀工作原理及特点	42
4.1.7	热动力式疏水阀工作原理及特点	43
4.1.8	热静力式疏水阀工作原理及特点	44
4.1.9	蒸汽疏水阀选型专业术语	45
4.1.10	不同压差条件下如何选用蒸汽疏水阀	46
4.1.11	蒸汽疏水阀选型安全倍率	47
4.1.12	如何依据不同工况选择疏水阀	48
4.2	蒸汽疏水阀泄漏检测	49
4.2.1	蒸汽疏水阀为何失效	49
4.2.2	蒸汽疏水阀的三种工作状态	50
4.2.3	蒸汽疏水阀泄漏的危害	51
4.2.4	蒸汽疏水阀泄漏的简易检测方法	52
4.2.5	蒸汽疏水阀泄漏的观视镜检测方法	53
4.2.6	如何通过疏水阀泄漏检测仪检测疏水阀	54
4.2.7	如何通过 CONA-Control 检测系统检测疏水阀	55
第5章	蒸汽泄漏防护	56
5.1	蒸汽泄漏的三种途径	56
5.2	波纹管截止阀与填料式截止阀的比较	57
5.3	为何须使用双波纹管截止阀	58
5.4	如何计算从填料截止阀泄漏蒸汽损失	59
第6章	蒸汽伴热节能	60
6.1	蒸汽伴热简介	60
6.1.1	典型蒸汽伴热的形式	60
6.1.2	夹套管伴热的布置形式	61
6.1.3	内伴热的布置形式	62
6.1.4	外伴热的布置形式	63
6.1.5	蒸汽伴热系统的设计形式	64
6.1.6	蒸汽伴热系统的安装形式实例	65
6.2	蒸汽伴热站	66
6.2.1	传统冷凝水收集器的缺点	66
6.2.2	虹吸式蒸汽分配器及冷凝水汇流器的特点	67

6.2.3	蒸汽伴热站的应用形式	68
6.2.4	整体式疏水站的特点	69
6.2.5	传统疏水站的问题点	70
6.2.6	整体式疏水站的应用	71
第7章 蒸汽计量节能		72
7.1	蒸汽计量形式	72
7.1.1	为什么需要蒸汽计量	72
7.1.2	蒸汽流量计的分类及特点	73
7.1.3	蒸汽流量计安装注意事项	74
7.2	蒸汽计量节能	75
7.2.1	蒸汽计量节能的意义及节能计算	75
7.2.2	如何有效利用蒸汽计量节能	76
7.2.3	蒸汽流量计选型考虑的因素	77
7.2.4	蒸汽流量计安装考虑的因素	78
第8章 蒸汽减温减压节能		79
8.1	蒸汽减压节能	79
8.1.1	为什么需要减压	79
8.1.2	蒸汽减压阀的形式	80
8.1.3	自作用减压阀的特点及工作原理	81
8.1.4	先导隔膜式减压阀的特点及工作原理	82
8.1.5	先导活塞式减压阀的特点及工作原理	83
8.1.6	气动式减压阀的特点及工作原理	84
8.1.7	蒸汽减压站的标准形式	85
8.2	蒸汽减温节能	86
8.2.1	为什么过热蒸汽不宜直接使用	86
8.2.2	蒸汽减温减压装置的布置形式	87
8.2.3	管束式减温器及其特点	88
8.2.4	水浴式减温器及其特点	89
8.2.5	机械喷雾式减温器及其特点	90
8.2.6	水喷射式减温器及其特点	91
8.2.7	文丘里式减温器及其特点	92
8.2.8	复合蒸汽雾化式减温器及其特点	93
8.2.9	一体式减温减压器及其特点	94
8.2.10	蒸汽减温水量如何计算	95

第9章 蒸汽温控节能	96
9.1 蒸汽温控的分类	96
9.1.1 为什么需要蒸汽温度控制	96
9.1.2 自力式温控阀的工作原理及特点	97
9.1.3 气动式温控阀的工作原理及特点	98
9.1.4 电动式温控阀的工作原理及特点	99
9.1.5 高温失效安全保护的工作原理和特点	100
9.2 蒸汽温控节能	101
9.2.1 蒸汽温控系统为何会节能	101
9.2.2 蒸汽温度控制系统的组成	102
9.2.3 蒸汽温度控制系统注意事项	103
第10章 蒸汽换热节能	104
10.1 蒸汽换热的分类	104
10.1.1 汽水换热器的工作原理及分类	104
10.1.2 汽水换热器的性能评价及适用条件	105
10.1.3 常用换热器选型及工作原理	106
10.1.4 混合式加热器的工作原理及特点	107
10.1.5 蒸汽混合水龙站的原理及应用	108
10.1.6 汽水换热器选择形式比较（管壳与板式）	109
10.1.7 汽水换热器选择形式比较 （JAD式与浮动盘管式）	110
10.1.8 JAD型换热器的特点（一）	111
10.1.9 JAD型换热器的特点（二）	112
10.1.10 JS6M型蒸汽专用板式换热器的特点	113
10.2 蒸汽换热节能	114
10.2.1 现存生活换热系统存在的问题	114
10.2.2 节能型热水换热站卫生特性	115
10.2.3 节能型热水换热站安全保护特性	116
10.2.4 节能型热水换热站节能特性	117
10.2.5 节能生活热水换热系统的工作原理	118
10.2.6 为什么生活热水系统需要高温热水	118
10.2.7 何温度热水易烫伤人	119
10.2.8 为什么需要混合水装置	120
10.2.9 分散式换热站的缺点	121
10.2.10 为什么需要整体式换热站	122

10.3	蒸汽换热失流	123
10.3.1	汽水换热器蒸汽失流及其危害	123
10.3.2	蒸汽失流产生的原因	124
10.3.3	蒸汽失流产生的过程	125
10.3.4	蒸汽失流的计算方法及实例	126
10.3.5	如何利用蒸汽失流图计算失流时段	127
10.3.6	蒸汽失流的解决方法	128
10.3.7	使用防真空凝水阀组解决失流问题	129
10.3.8	使用疏水阀泵解决失流问题	130
10.3.9	使用气动泵解决失流问题	131
10.4	蒸汽换热控制方式	132
10.4.1	一次侧蒸汽二通阀及蒸汽疏水阀	132
10.4.2	一次侧蒸汽二通阀及蒸汽气动泵	133
10.4.3	一次侧蒸汽二通阀和蒸汽疏水阀及二次侧旁通阀	134
10.4.4	一次侧蒸汽二通阀和蒸汽疏水阀及二次侧电动三通阀	135
10.4.5	一次侧凝结水二通控制阀	136
第 11 章	冷凝水回收节能	137
11.1	冷凝水回收节能	137
11.1.1	为什么需要回收冷凝水	137
11.1.2	冷凝水中的热量	138
11.1.3	计算回收冷凝水节约的费用	139
11.2	冷凝水回收系统	140
11.2.1	冷凝水回收装置的分类	140
11.2.2	气动凝结水回收装置的特点	141
11.2.3	气动机械泵的工作原理	142
11.2.4	电动凝结水回收装置的特点	143
11.2.5	电动凝结水回收装置的工作原理	144
第 12 章	二次蒸汽回收节能	145
12.1	二次蒸汽回收节能	145
12.1.1	为何要使用二次蒸汽	145
12.1.2	二次蒸汽量的计算	146
12.1.3	计算回收二次蒸汽节约的费用	147

12.2	二次蒸汽回收系统	148
12.2.1	二次蒸汽使用条件及回收设备	148
12.2.2	热交换器中回收二次蒸汽	149
12.2.3	加热过程中利用闪蒸罐回收二次蒸汽	150
第13章	蒸汽加湿节能	151
13.1	蒸汽加湿原理	151
13.1.1	什么是加湿	151
13.1.2	为何需要加湿	152
13.1.3	为何需要干蒸汽加湿	153
13.2	蒸汽加湿系统	154
13.2.1	加湿器的分类与比较	154
13.2.2	干蒸汽加湿器的特点	155
13.2.3	干蒸汽加湿器的工作原理及结构	156
13.2.4	干蒸汽加湿系统的组成	157
13.2.5	干蒸汽加湿器的安装形式	158
第14章	蒸汽节能方案	159
14.1	蒸汽入口节能成套设备方案	159
14.1.1	ASCU 系列蒸汽洁净装置	159
14.1.2	APRU 系列蒸汽减压装置	160
14.1.3	ASDHU 系列蒸汽减温装置	161
14.1.4	ASDUU 系列蒸汽分配装置	162
14.1.5	ASFEU 系列蒸汽计量装置	163
14.1.6	AMTU 系列主管疏水阀组	164
14.1.7	AETU 系列末端疏水阀组	165
14.2	蒸汽应用节能成套设备方案	166
14.2.1	AETCU 系列防真空温控阀组	166
14.2.2	ASPDU 系列防真空凝水阀组	167
14.2.3	ATMTU 系列整体式疏水阀组	168
14.2.4	AHSHU 系列虹吸式蒸汽伴热装置	169
14.2.5	AECRU 系列电动凝结水回收装置	170
14.2.6	ASCRU 系列电动凝结水回收装置	171
14.2.7	ASSRU 系列二次蒸汽回收装置	172
14.2.8	ASHDU 系列蒸汽加湿控制阀组	173

第 15 章 蒸汽节能应用详图	174
15.1 蒸汽锅炉节能	174
15.1.1 蒸汽锅炉节能控制系统图	174
15.1.2 锅炉给水箱控制及排污循环再利用系统图	175
15.1.3 锅炉给水的调节控制	176
15.1.4 单台锅炉手动底部排污	177
15.1.5 多锅炉用排污罐	178
15.1.6 多锅炉安装平衡集总管	179
15.1.7 取样冷却系统	180
15.1.8 连续自动排污系统	181
15.2 蒸汽输送节能	182
15.2.1 提高蒸汽品质节能简图	182
15.2.2 蒸汽输送管路疏水	183
15.2.3 浮球疏水阀组	184
15.2.4 多功能疏水阀组	185
15.2.5 并联疏水阀组	186
15.2.6 蒸汽末端分配系统	187
15.3 蒸汽伴热节能	188
15.3.1 蒸汽伴热压力控制系统	188
15.3.2 蒸汽伴热控制 (1)	189
15.3.3 蒸汽伴热控制 (2)	190
15.3.4 蒸汽伴热装置	191
15.4 蒸汽计量节能	192
15.4.1 蒸汽入口减压计量详图	192
15.4.2 并联式减压计量系统	193
15.5 蒸汽减温减压节能	194
15.5.1 小流量自力式减压站	194
15.5.2 大流量自力式减压站	195
15.5.3 大流量自力式串联减压站	196
15.5.4 大流量自力式并联减压站	197
15.5.5 大流量气动式减压站	198
15.5.6 蒸汽减温装置	199
15.5.7 机械式蒸汽减温减压装置	200
15.5.8 雾化式蒸汽减温减压装置	201
15.5.9 200t/h 石化蒸汽减温减压装置应用实例	202
15.6 蒸汽温控节能	203
15.6.1 管壳式换热器电动温度控制	203

15.6.2	管壳式换热器气动温度控制	204
15.6.3	容积式换热器自力温度控制	205
15.6.4	气动控制盘管加热系统	206
15.6.5	气动控制蒸汽喷射系统	207
15.7	蒸汽整体式换热站	208
15.7.1	整体式换热站——某五星级酒店	208
15.7.2	整体式换热站——某医院卫生热水	209
15.7.3	整体式换热站——某工厂卫生热水	210
15.8	蒸汽换热节能	211
15.8.1	供热汽水换热器通用控制	211
15.8.2	供热汽水换热器失流控制	212
15.8.3	供热汽水换热器完整控制系统	213
15.8.4	生活汽水快速换热器通用控制及保护	214
15.8.5	生活汽水快速换热器完整控制及保护	215
15.8.6	混合式换热器控制系统	216
15.8.7	汽水混合站控制	217
15.8.8	空气加热蒸气控制	218
15.8.9	蒸气蓄热器节能控制	219
15.8.10	水箱加热节能控制	220
15.9	冷凝水回收节能	221
15.9.1	气动凝结水回收系统	221
15.9.2	电动凝结水回收系统	222
15.9.3	汽水换热器凝结水加压回收系统	223
15.10	二次蒸汽回收节能	224
15.10.1	高压冷凝水二次蒸汽利用装置——空气加热器	224
15.10.2	高压冷凝水二次蒸汽利用装置——空气预热器	225
15.10.3	高压冷凝水二次蒸汽利用装置——管壳式加热器	226
15.10.4	高压冷凝水二次蒸汽利用装置——蒸汽散热器	227
15.11	蒸汽加湿节能	228
15.11.1	单喷管蒸汽加湿系统	228
15.11.2	多喷管蒸汽加湿系统	229
15.12	医院蒸汽消毒节能	230
15.13	造纸厂蒸汽节能	231
15.13.1	多级滚筒疏水系统	231
15.13.2	多级滚筒蒸汽控制及冷凝水回收	232
15.13.3	多级立式滚筒蒸汽控制	233
15.14	食品厂蒸汽节能	234