

电动机 变频节电 380 问

DIANDONGJI
BIANPIN JIEDIAN
380 WEN

周志敏 纪爱华 等 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

参 考 书

电动机 变频节电380问

甜 糖 (91C) 目 录 编 在 中 国

周志敏 纪爱华 等 编著



YZLI0890107136

参 考 书



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书结合我国能源规划的方针政策和国内外变频技术的发展和应,以电动机变频节电技术为核心内容,全面系统地阐述了电动机变频节电的最新应用技术。全书共5章,以“一问一答”的形式深入浅出地阐述了电动机的特性与节能、变频调速系统、变频调速系统的设置与调试、风机变频节电运行、水泵变频节电运行等内容。

全书题材新颖、实用,内容丰富,深入浅出,文字通俗易懂,查阅方便,具有很高的实用价值,是从事电动机变频节电工作的管理和技术人员必备读物。也可供农村乡镇企业、工矿企业、各级政府从事节能降耗的管理和工程技术人员及高等职业技术学院的师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

电动机变频节电 380 问/周志敏等编著. —北京:中国电力出版社, 2011. 3

ISBN 978-7-5123-1497-9

I. ①电… II. ①周… III. ①电动机-变频调速-节电-问题解答 IV. ①TM32-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 044357 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 10 月第一版 2011 年 10 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 11.125 印张 316 千字

印数 0001—3000 册 定价 24.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言

21 世纪我国节能的总方针是开发与节约并重，把节约放在优先地位。电能是极宝贵的二次能源，节约用电是节约能源的重要内容。节约用电是指通过加强用电管理，采取技术上可行、经济上合理的节电措施，以减少电能的直接和间接损耗，提高能源利用效率 and 保护环境。技术节电通过设备更新、技术改造、采取先进技术来达到节电的方式。

节约用电在当今社会具有重要意义，耗电量的减少可以使发电、输电、变电、配电所需要的设备容量减少。节约用电还可以使用户的用电费用支出减少，降低生产成本，促进生产工艺和设备的改造，促进新技术的发展和企业管理水平的提高。“节约增效”中节电占相当成分，可通过各种措施和方法把用电费用在生产成本中的比例降下来。

我国电动机的总装机容量大约为 5.8 亿千瓦，用电量占全国发电量的 60%~70%，其中风机、水泵类设备年耗电量占全国电力消耗的 1/3。因此，对风机、水泵类进行变频节电改造，对企事业单位的节能降耗有着极其重要的意义。变频调速技术是 20 世纪 80 年代初发展起来的一种顺应工业生产自动化要求的新型技术，它开创了电动机调速、节电的智能时代。变频调速技术使普通的电动机及其拖动设备，在不需任何改动的情况下便可按照生产工艺的要求调整转速，达到生产设备系统高效运行的目的。

本书紧紧围绕我国能源规划的方针政策，以国家及各级政府开展节能降耗的指标为要求，系统地把电动机特性与现代变频技术有机地结合起来，采用“一问一答”的编写方式，便于读者掌握电动机变频节电技术的基本知识和在工作实践中运用电动机变频节电技

术的操作技能。书中选题尽量做到有针对性和实用性，解答力求深入浅出，在保证科学性的同时，注意通俗性。读者可以以此为“桥梁”，系统地了解掌握在工作岗位中怎么做才能符合岗位节电降耗的要求。

参加本书编写工作的有周志敏、纪爱华、周纪海、纪达奇、刘建秀、顾发娥、纪达安、刘淑芬、纪和平等，本书在编写过程中无论从资料的收集和技术信息交流上都得到了国内外的专业学者和同行的大力支持，在此表示衷心地感谢！

限于时间和水平，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2011年7月



电动机

变频节电 380 问

目 录

前言

第 1 章 电动机的特性与节能

1. 电动机的定义是什么? 1
2. 三相交流异步电动机为什么能转动? 1
3. 异步电动机的电磁转矩与哪些参数有关? 2
4. 什么是三相异步电动机的机械特性? 2
5. 什么是异步电动机的效率? 3
6. 什么是电动机的有功损耗? 4
7. 什么是电动机的空载损耗? 4
8. 如何计算异步电动机的电能损耗? 5
9. 电动机损耗与温升有什么关系? 6
10. 异步电动机对功率因数有什么影响? 7
11. 三相异步电动机运行功率因数与损耗有什么关系? 7
12. 三相异步电动机效率与功率因数有什么关系? 8
13. 变频电动机和恒速电动机有何异同? 8
14. 如何合理选择和使用电动机? 9
15. 如何选择电动机的转速? 10
16. 工作机械的机械特性有哪些? 11
17. 电动机调速节能的实质是什么? 14
18. 为什么调节电动机转速可以节能, 常用的调速方法有哪些? 14
19. 通用电动机的频率上限是多少? 18
20. 何为基频以下变频调速? 18
21. 何为基频以上变频调速? 22
22. 异步电动机变频调速后机械特性有何变化? 24
23. 普通异步电动机用于变频调速时的效率和温升有何变化? 25
24. 变频器对普通异步电动机绝缘有哪些危害? 26
25. 为什么普通异步电动机用于变频调速时易产生电磁噪声和振动? 26
26. 普通异步电动机用于变频调速时的启动、制动性能有何

- 变化? 27
27. 普通异步电动机用于变频调速时的起动电流、起动转矩有何变化? 27
28. 普通异步电动机用于变频调速在低速运行时引发什么问题? 27
29. 普通电动机用于变频调速时损耗有何变化? 27
30. 如何选择变频调速系统的电动机? 28
31. 变频电动机有哪些特点? 30
32. 同步变频与异步变频调速电动机有哪些区别? 31
33. 变频器可以驱动齿轮电动机吗? 32
34. 电动机超过 60Hz 运行时应注意什么问题? 32
35. 采用变频器驱动电动机时, 电动机的起动电流、起动转矩如何变化? 32
36. 变频和节能有何关系? 变频节能立项前要做哪些可行性分析? 33
37. 变频技术主要应用在哪两个方面? 33
38. 何为变频技术应用技术经济指标? 34
39. 变频节能多少或节电率高低的原则是什么? 34
40. 电动机的实际负载比电动机的额定输出功率小时, 若选择与实际负载相匹配的变频器容量为什么并不理想? 35
41. 变频调速是如何实现二次节能的? 36

第 2 章 变频调速系统

42. 变频器应用在哪些领域? 它起什么作用? 37
43. 变频调速技术是怎样发展起来的? 37
44. 为什么变频器的电压与电流成比例地改变? 39
45. 当电动机的旋转速度改变时, 其输出转矩会怎样? 39
46. 通用变频器有哪些主要功能? 40
47. 变频器是如何分类的? 41
48. 变频器基本的额定数据有哪些? 42
49. 交—直—交变频器的工作原理是什么? 43
50. 变频器的主电路由哪几个部分构成? 44
51. 电压源型变频器和电流源型变频器各有哪些特点? 45
52. 变频器中间环节的直流是怎样“逆变”成交流的? 47
53. 变频器常用的开关器件有哪些? 47
54. 变频器控制电路由哪几个部分构成? 49
55. 变频器的保护功能分为哪两类? 52
56. 变频器保护电路的主要功能有哪些? 52
57. 变频器的电子热继电器的

工作原理是什么？	54	事项？	66
58. 变频器的重合闸功能有什么意义？	54	77. 具有矢量控制功能变频器的PID功能有何特点？	66
59. 变频器的自动检测功能有哪些？	55	78. 变频器的矢量控制模式有何特点？	67
60. 变频器的接地保护功能可以检出漏电吗？	55	79. 矢量控制有哪些主要优点？	68
61. 什么是变频器的失速防止功能？	55	80. 无反馈矢量控制是如何实现的？	68
62. 变频器加/减速时间的分别给定适用于什么系统？	56	81. 矢量控制时频率显示常常很不稳定，是正常现象吗？	68
63. 按比例地改 U 和 f 时，电动机的转矩如何变化？	56	82. 何为变频器基本频率？	69
64. 如何构成闭环变频调速系统？	56	83. 变频器 U/f 模式是什么含义？	69
65. 变频器的控制方式是如何分类的？	56	84. 何为变频器基本 U/f 线？	70
66. SPWM是什么意思？	61	85. 何为变频器的弱磁点？	70
67. 变频器输入电流的波形有何特点？	62	86. 变频器 U/f 线有哪些选择功能？	71
68. 在哪些情况下变频器输入电压的波形将发生畸变？	63	87. 转矩控制与转速控制有哪些区别？	71
69. 什么是变频分辨率？有什么意义？	63	88. 变频调速系统加/减速时间是如何定义的？	75
70. 什么是频率精度？	63	89. 何为变频器频率设定信号增益？	76
71. 什么是输出频率线？	63	90. 变频器的频率限制是如何定义的？	76
72. 变频器的偏置频率是如何定义的？	64	91. 变频器转矩限制是如何分类的？	76
73. 变频器调速到大于50Hz频率时，电动机的输出转矩将如何变化？	65	92. 变频器显示部分有哪些主要功能？	77
74. 怎样改善变频调速系统电动机的输出转矩？	65	93. 变频器在运行中能显示哪些频率？	77
75. U/f 和矢量控制变频器有哪些优缺点？	65	94. 变频器能直接显示转速吗？	77
76. 应用矢量控制应注意哪些		95. 变频器的电源显示有哪些特点？	78

96. 变频器配置了哪些操作键？	78	哪些？	91
97. 变频器有几种操作方式？	79	113. 变频器的选型应满足哪些条件？	93
98. 按键操作板拔掉后变频器能否运行？	79	114. 选择变频器型号时须注意些什么？	93
99. 按键操作板能否移至操作方便的地方？	79	115. 变频器负载率 β 与效率 η 有何关系？	94
100. 变频器本身消耗的功率有多少？	79	116. 变频器选择应遵守哪些基本原则？	95
101. 一般电动机在 60Hz 以上也要求转矩一定，是否可以？	79	117. 如何实现变频器与负载的匹配？	96
102. 变频调速系统能否长时间在低速情况下运行？	79	118. 选择变频器时应注意哪些事项？	97
103. 对于需要低速运行的负载，应选用什么样的变频器？ ...	80	119. 如何合理的选择变频器容量？	99
104. 变频调速系统由哪几个部分构成？	80	120. 一台变频器驱动多台电动机，且多台电动机并联运行时变频器容量该如何选择？	101
105. 通用变频器构成的异步电动机开环调速系统有何特点？	82	121. 电动机直接启动时所需变频器容量该如何选择？	102
106. 无速度传感器的矢量控制异步电动机变频调速系统有何特点？	83	122. 大惯性负载启动时变频器容量该如何选择？	102
107. 带速度传感器矢量控制异步电动机闭环变频调速系统有何特点？	85	123. 大中功率变频调速系统的电压等级该如何选择？	103
108. 转速闭环转差频率控制的变频调速系统有何特点？ ...	86	124. 如何正确选择变频器的箱体结构？	107
109. 变频调速系统设计需掌握哪些技术参数？	87	125. 如何选用变频器外部主电路的电气设备？	107
110. 如何正确选择交流电动机变频调速控制方案？	88	126. 如何正确使用热过载继电器？	108
111. 如何合理地选用变频器控制方式？	91	127. 变频系统设计时应注意哪些问题？	109
112. 变频器选型的基本要素有		128. 对变频调速系统的漏电流应采取哪些对策？	110
		129. 变频器与 PLC 如何配合	

应用？	111	更好？	115
130. 如何描述电动机变频运行后 的带负载能力？	112	136. 变频调速应用于恒转矩负载 时应注意哪些事项？	115
131. $f_X < f_N$ 时电动机的带负载 能力如何？	112	137. 恒功率负载有何工作 特点？	115
132. $f_X > f_N$ 时电动机的有效转矩 如何？	113	138. 调频范围为 $f_X < f_N$ 有何 缺点？	116
133. 什么是平方律负载？	114	139. 如何实现变频器调速方式 的快速转换？	116
134. 变频调速系统与平方律负载 配用时应如何调试？	114	140. 如何实现转矩控制和转速 控制的切换？	117
135. 为什么平方律负载应用变频 调速后，节能效果			

第3章 变频调速系统的设置与调试

141. 变频器对工作的电气环境 有哪些要求？	119	151. 变频器外部主电路如何布 线？	127
142. 在选择变频器安装环境时 应注意哪些事项？	119	152. 变频器与电动机连接电缆 有哪些要求？	131
143. 变频器的安装基本要求有 哪些？	120	153. 变频调速系统外部信号是 如何分类的？	132
144. 变频器柜防尘设计有哪些 要求？	120	154. 如何选择变频调速系统的 控制电缆及正确布线？	132
145. 变频器柜防潮湿霉变设计 有哪些要求？	121	155. 如何选择变频调速系统的 动力电缆及正确布线？	133
146. 如何进行变频器的通风散热 设计？	122	156. 如何实现变频器的正确 接地？	134
147. 变频器有哪些安装方 式？	124	157. 变频器外部电路如何正确 接线？	134
148. 安装变频器应注意些 什么？	125	158. 电源与变频器进线端间应 接入哪些开关？	136
149. 变频器与电动机的距离对 系统有哪些影响？应采取 哪些防止措施？	125	159. 变频器有哪些外部输入 端子？	137
150. 变频调速系统布线应遵守 的基本准则有哪些？	127	160. 变频器有哪些外接输出 控制端？	139
		161. 变频器输出端子有几种	

- 类型? 140
162. 三线控制如何接线? 142
163. 如何灵活应用变频器外部端子? 143
164. 变频器有哪些外部开关指令输入信号? 144
165. 手动同步控制有哪些要求? 145
166. 如何应用转速多段控制功能? 147
167. 如何用继电器控制电动机正反向运行? 147
168. 为什么变频器的输入与输出端绝对不允许接反? 147
169. 变频器的输出端为什么不能接入电容器以改善电动机的电流波形? 149
170. 变频器控制电路的电源应接到哪里? 149
171. 对控制线的布置有些什么要求? 149
172. 输出信号接线端的容量有多大? 149
173. 连接地线时应注意什么? 149
174. 在什么情况下使用第二加/减速控制输入端? 149
175. 有的变频器有一个“停止输出”的控制端, 用在什么场合? 150
176. 如何接入外接显示仪表? 150
177. 外接频率表时应注意哪些事项? 150
178. 外接给定信号已经是最小位置(0位), 但输出频率不为0Hz, 怎么办? 150
179. 外接给定信号为最大值(+10V)时, 输出频率只有48.5Hz(要求50Hz), 怎么办? 151
180. 若干单元联动控制时, 由统一的给定信号给定, 但每单元所需的最高频率不一致, 怎么办? 151
181. 对于变频器输入侧变压器有什么要求? 151
182. 如在输出侧设有接触器应注意哪些事项? 152
183. 装设变频器时安装方向是否有限制? 152
184. 变频器内藏有冷却风扇, 风的方向如何? 风扇若是坏了会怎样? 152
185. 怎么解决电压不平衡问题? 152
186. 变频器对输入电压波动有什么要求? 153
187. 变频器有哪些可设置参数? 153
188. 什么是变频器的设置? 154
189. 设置的方法有几种? 155
190. 变频器频率设置有哪几种方式? 155
191. 选择给定方式应遵守哪些基本原则? 156
192. 什么是外接设置? 157
193. 变频器对外接设置信号有些什么规定? 158
194. 变频调速系统的上下限频率是如何定义的? 158
195. 为什么要避免变频调速系统

- 运行在最低频率? 159
196. 根据什么设置变频调速系统的最高运行频率? 159
197. 如何设置变频调速系统的上/下限频率? 159
198. 变频调速系统上/下限频率设置应注意哪些事项? 160
199. 何为变频器的载波频率? 160
200. 变频器载波频率与死区时间有哪些关系? 161
201. 变频器载波频率对电气设备有何影响? 162
202. 变频调速系统的回避频率有何作用? 162
203. 变频器的偏置频率有何作用? 163
204. 变频器频率增益功能有何作用? 164
205. 变频器频率指令的保持功能有何作用? 165
206. 什么是变频器的频率给定线? 165
207. 如何调整频率给定线? 166
208. 如何进行程序设置? 167
209. 使用外接给定信号时, 工作频率能否超过额定频率? 167
210. 采用外部模拟量或数字量给定时有哪些异常现象? 167
211. 怎样进行输出频率线的函数设置? 168
212. 什么是输出频率线的两点设置法? 169
213. 变频调速系统需输入的电动机参数有哪些? 169
214. 怎么设置加/减速时间及转矩提升? 169
215. 有加速时间与减速时间可以分别给定的机型和加/减速时间共同给定的对象, 这有什么意义? 170
216. 电动机超过 60Hz 运转时应注意什么问题? 170
217. 怎样设置基本频率? 170
218. 如何设置最大频率? 170
219. 设置 f_{DB} 和 U_{DB} 时需遵循哪些原则? 171
220. 如何选择 U/f 的类型? 171
221. 什么是基本 U/f 设置? 171
222. 对于风机水泵类负载 U/f 比 (转矩补偿) 若选大了, 有什么害处? 172
223. 变频器怎样实现点动? 173
224. 怎样设置点动频率? 173
225. 为什么要进行多挡频率设置? 173
226. 怎样实现多挡转速运行? 173
227. 实现多挡转速运行时, 有哪些相关设置? 174
228. 什么情况下需设置“转差补偿”? 175
229. 怎样进行变频器的电动机辨识? 176
230. 变频器有哪几种起动方式? 176
231. 怎样调节和设置变频器的输出频率? 177
232. 变频调速系统在进行矢量控制时为何要设置电动机的额定

参数 ?	177	250. 何为变频器的暂停减速	
233. 用外接电位器进行频率设置		功能 ?	194
有何优缺点 ?	178	251. 如何运用变频器的升/降速	
234. 利用变频器控制端子设置		控制端子 ?	195
有何优缺点 ?	178	252. 如何正确使用变频器转矩提升	
235. 怎样设置基本频率 ?	179	功能 ?	197
236. 基频设置应注意哪些事		253. 电子热继电器保护功能如何	
项 ?	180	设置 ?	199
237. 负载的机械特性与基准电压、		254. CX 系列变频器不同运行模式	
基准频率的设置有何		下的参数如何设置 ?	200
关系 ?	181	255. ACS800 系列变频器的参数	
238. 变频调速系统为恒转矩特性时,		如何设置 ?	201
对应一次性方程的 U/f 曲线		256. 变频器用作软起动器时的参数	
有哪些关系 ?	182	如何设置 ?	204
239. 如何设置变频调速系统的过		257. AEG 公司变频器的参数如何	
负载率 ?	182	设置 ?	206
240. S 形起动方式适用于哪种		258. 台达变频器的参数如何	
负载 ?	183	调整 ?	207
241. 什么负载以选用半 S 形起动		259. 如何选择变频器的控制	
方式较好 ?	183	方式 ?	208
242. 变频调速系统电动机的起动		260. 变频器有几种运行模	
分几种 ?	183	式 ?	209
243. 变频调速系统的起动频率如何		261. 变频器有几种起动方	
设置 ?	184	式 ?	209
244. 变频调速系统的加速过程有何		262. 变频器的控制命令有	
特点 ?	187	哪些 ?	209
245. 变频调速系统的减速过程有何		263. 变频器面板按键有哪些	
特点 ?	187	功能 ?	210
246. 变频调速系统中电动机的停		264. 变频器正常运行如何操	
机方式有几种 ?	188	作 ?	211
247. 变频器加/减速模式如何		265. 如何远程和手动操作变	
选择 ?	189	频器 ?	212
248. 变频调速系统的加/减速时间		266. 变频调速系统调试的技术条件	
如何设置 ?	191	有哪些 ?	212
249. 何为变频器的暂停加速		267. 变频传动系统的调试分为	
功能 ?	193	几步 ?	213

268. 变频调速系统调试有哪些步骤？	214	时如何解决？	224
269. 变频调速系统电动机本体试验项目有哪些？	214	282. 转矩矢量控制和节能控制功能无法启用，是什么原因？	225
270. 变频调速系统调试的安全防护措施有哪些？	214	283. 调试现场如何设置 U/f 曲线？	225
271. 变频调速系统调试的质量标准有哪些？	215	284. 中频变频器的 U/f 曲线如何现场调试？	226
272. 变频调速系统送电前检查项目有哪些？	215	285. 如何解决起动频率与起动电压失调的问题？	227
273. 变频调速系统通电后检查项目有哪些？	217	286. 如何避免应用于平方转矩负载的变频器过载？	228
274. 变频器输出端未接电动机之前，应调试哪些内容？	217	287. 风机和水泵类的负载起/停时变频器加速时间与减速时间如何匹配？	228
275. 变频器带电动机空载运行应做哪些检查？	217	288. 如何避免平方转矩负载的变频调速系统共振？	228
276. 变频器带电动机空载运行的参数如何设置？	218	289. 如何避免水泵类负载的变频调速系统憋压和水锤效应？	229
277. 电动机带负载运行时应注意观察和调整哪些项目？	219	290. 如何选择恒转矩负载变频器的控制方式？	229
278. 变频调速系统负载试运行应做哪些检查？	220	291. 如何操作日锋变频器实现 PID 控制功能？	230
279. 如何进行变频调速系统的基本调试？	221	292. 采用科比 F5 变频器构成的异步电动机调速系统该如何操作？	231
280. 如何进行变频器与上位机的统一调试？	223		
281. 实际转速对于给定速度有偏差			

第 4 章 风机变频节电运行

293. 什么是风机的转速？	232	298. 什么是管网风阻特性曲线？	234
294. 什么是风机的轴功率？	232	299. 如何分析风机的运行工况？	235
295. 通风机是如何分类的？	232	300. 什么是风机运行曲线？	236
296. 什么是风机的工作点？	233		
297. 风机有哪些特性曲线？	233		

301. 什么是风机个体特性曲线？ 237
302. 什么是风机类型特性曲线？ 238
303. 什么是风机特性曲线的拟合方程？ 238
304. 风机有哪些负载特性？ 238
305. 风机调节风量有哪些方法？ 239
306. 调速与风门控制调节风机风量有何特性？ 240
307. 如何计算采用挡板控制风机风量的输入功率？ 241
308. 如何计算采用变频调速控制风机风量的输入功率？ 242
309. 调节挡板和变频调速调节的输入功率曲线有何区别？ 242
310. 管路特性对风机变速调节的节能效益有何影响？ 244
311. 风机在不同转速下节能效率如何变化？ 244
312. 风机变频调速有哪些特点？ 245
313. 风机采用高压变频调速有哪些主要优点？ 245
314. 风机变频调速是如何节能的？ 246
315. 如何分析液力耦合器调速与变频调速的节电效率？ 247
316. 如何计算风机节电效率？ 249
317. 如何分析大功率变频驱动风机的节能效益？ 250
318. 如何计算无背压系统的风机调速节能效益？ 251
319. 如何计算有背压系统的风机变速节能效益？ 253
320. 变频调速风机调试中如何防止喘振？ 256
321. 多台电动机变频切换控制方式分为几种？ 256
322. 硬切换有哪些危害？ 257
323. 电动机切断电源后的过渡过程有何特性？ 259
324. 变频调速系统对切换控制有哪些要求？ 261
325. 工频电源与变频电源相位关系对切换电流有哪些影响？ 262
326. 差频同相切换方法是如何实现的？ 263
327. 同步切换（软切换）是如何实现的？ 265
328. 锁相控制是如何实现的？ 267
329. ACS1000 中压变频器是如何实现同步切换控制的？ 268
330. 如何实现高压异步电动机变频起动的切换？ 269
331. 如何实现同步电动机变频系统的起动和切换？ 271
332. 如何实现变频运行与工频运行之间的切换？ 272
333. 为什么二电平 PWM 变频器不宜先投后切？ 273

第5章 水泵变频节电运行

334. 什么是泵? 289
335. 什么是泵的比转数? 289
336. 泵的效率是指什么? 289
337. 什么是泵的特性曲线? 290
338. 泵的特性曲线对运行稳定性
有哪些影响? 290
339. 什么是泵的管路特性曲
线? 291
340. 水泵是如何分类的? 292
341. 水泵的主要参数有
哪些? 293
342. 水泵的效率如何计算? 293
343. 如何近似计算水泵的工作
效率? 293
344. 什么是离心式水泵变频调速
工作特性? 294
345. 水泵变频调速是如何节能
的? 295
346. 变频调速水位控制有哪些
特点? 296
347. 如何分析变频调速水位控制
的节能效益? 296
348. 变频调速供水系统有哪些
优点? 297
349. 供水系统的主要参数有
哪些? 298
350. 供水系统有哪些特性? 299
351. 什么是供水系统的工作
点? 300
352. 水泵调节流量有哪些方法?
节能效益如何分析? 300
353. 水锤效应对水泵寿命有何
影响? 304
354. 水泵产生水锤效应的原因有
哪些? 如何消除? 304
355. 恒压供水的目的是
什么? 305
356. 为什么要控制泵站出口
压头? 306
357. 什么是变压供水系统? 306
358. 什么是分时段变压供水
系统? 306
359. 恒压供水控制系统有哪些
优点? 307
360. 变频调速恒压供水设备主
要适用于哪些场合? 308
361. 恒压供水系统有哪些控制
方式? 308
362. 水位控制的具体方法有
哪些? 309
363. 变频恒压供水系统压力不稳,
容易振荡是什么原因? 310
364. 高压大功率变频器使用应
注意哪些事项? 311
365. 水泵变频调速节能如何
计算? 311
366. 如何提高变频供水系统
电动机的效率? 312
367. 水泵变频节能改造有哪些
优点? 312
368. 多台水泵变频调速时的切换
如何控制? 313
369. 多泵并联运行方式有
几种? 314
370. 变频改造方案如何初步计算
和论证? 316

371. 新型变频调速供水设备有 哪些？	317	373. 供水专用变频器有哪些 功能？	320
-------------------------------	-----	------------------------------	-----

参考文献	338
------------	-----