电气传动自动化技术手册

机械电子工业部
天津电气传动设计研究所 编著

机械工业出版社

本手册集电气传动自动化基础理论、工程设计、科学研究、装置生产、实际调试、维修技术为一体，内容新颖，论述精辟，实用性强，为国内第一本电气传动自动化的大型专业综合性工具书。

书中全面论述了电气传动自动化系统中直流传动、交流传动和计算机控制等各种系统的工作特点，在不同工况下的方案选用准则，以及主要参数的计算和动态分析与综合的方法。介绍了现有各种定型传动自动化装置的类型；并以较大的篇幅介绍了有关电气传动自动化的最新国家标准和常用术语、数据，电气传动自动化装置的产品设计规范，现场安装调试的实际经验。对目前装有电子器件的电控装置的抗干扰技术和可靠性也列专章阐述，最后列举了一些典型的应用实例。

本手册既可作为工程设计、选用电控装置的参考指导，又可作为工厂生产电控装置的可靠依据；既能对现场安装调试的实际问题解难释疑，又能为赶上世界先进水平开拓思路，实为涉及电气传动自动化技术的科技人员和大专院校师生必不可少的工具书。

电气传动自动化技术手册

机械电子工业部
天津电气传动设计研究所 编著

*

责任编辑：孙流芳　牛新国　边　萌　版式设计：张世琴
封面设计：方　芬　责任校对：熊天荣
责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版（北京市百万庄大街 22 号）
邮政编码：100037
（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）
机械工业出版社京丰印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 · 新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 · 印张 71 3/4 · 插页 2 · 字数 2247 千字
1998 年 8 月第 1 版第 4 次印刷
印数　21 801—23 300 · 定价：88.00 元

*

ISBN 7-111-02895-3/TM · 365
凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

序　言

电气传动自动化技术以生产机械的驱动装置——电动机为自动控制对象、以微电子装置为核心、以电力电子装置为执行机构，在自动控制理论的指导下，组成电气传动控制系统，控制电动机的转速按给定的规律进行自动调节，使之既满足生产工艺的最佳要求，又具有提高效率、降低能耗、提高产品质量、降低劳动强度的最佳效果。所以，这是一门多学科、多行业交叉的新兴产业及技术领域。随着微型计算机、超大规模集成电路、新颖的电力半导体器件和传感器的出现，以及自动控制理论、计算机辅助设计、自诊断技术和数据通信技术的深入发展，它正以日新月异的速度迅速更新换代。

电气传动自动化技术广泛应用于国防、能源、交通、冶金、化工、港口和机床等各个领域。纵观各国近代工业发展史，放眼现代工业发展的新潮流，人们越来越认识到电气传动自动化技术是现代化国家的一个重要技术基础。可以这样说：大至一个国家，小至一个工厂，它所具有的电气传动自动化技术水平可以直接反映出其现代化的水平。

为了促进我国电气传动自动化技术的发展，在1982年出版的《电机工程手册》中，我所撰写了第48篇“电气传动控制系统”；在1986年出版的《电气工程师手册》中，我所撰写了第22篇“电气传动”。但是，随着电气传动自动化专业技术的飞速发展，上述两个综合性手册中的这两个专篇，因受篇幅所限，目前无论在广度上或深度上均不能满足广大读者的需要，大家迫切希望我国能尽快出版一本电气传动自动化技术的大型专业性手册。应机械工业出版社的委托，我所组织了本所十几位长期从事电气传动自动化工作几十年的高级工程师进行此手册的编著工作。此手册荟萃了国内外的最新技术文献资料，汇总了我所30年来实际工作的宝贵经验和大量科研成果。编著者们聚沙成塔、去粗存精、几经易稿，力求此手册既能体现现代新技术的先进性，又具备解决问题的实用性和通用性。初稿完成后，我所于1988年底召开国内专家审查会对之进行全面审查，并根据专家们的宝贵意见对初稿作了全面的调整充实，终于编著成我国第一本电气传动自动化技术的大型专业性实用手册。

本手册由喻士林任主编，吴健雄、竺子芳任副主编；高通文任主审，并由叶王审查第2、4　8、9、10、14章，李文孝审查第1、5、11、12、13章，何冠英审查第6、7章，陈亚鹏审查第3章；黄文豪对名词术语作统一工作。各章的编著者为：第1章于庆桢，第2章马小亮，第3章赵扶摇，第4章冯世墙，第5章马济泉，第6章朱稚清，第7章郭保良，第8章皮壮行、吴铨英、姜铭仁、张全聚，第9章韩立媛、何冠英，第10章竺子芳，第11章庞立恒，第12章吴国庆，第13章万里雄，第14章万里雄、陈子平、张立新、竺子芳。并特邀天水电气传动设计研究所李贺平撰写第14章第1节“石油工业”。

我所组织编著这样大型专业手册尚属首次，缺乏经验，加之世界电气传动自动化技术发展迅猛，我国尚有较大差距，所以本手册中难免误漏疏虞，我们祈诚希望各方专家同仁不吝赐教，以作为今后改版时的宝贵依据。在手册的编集、撰写、校核、审稿和编辑工作中，曾得到所内外不少同志及有关单位的热情帮助，在此谨向大家致以诚挚的谢意。

机械电子工业部
天津电气传动设计研究所
刘玉陈

1990年3月

目　录

第1章　常用数据与标准

1　常用标准代号 ……1
2　常用术语 ……5
3　计量单位 ……10
3.1　国际单位制(SI) ……10
3.2　电学、磁学单位和常用单位及其换算 ……11
4　常用代号 ……15
4.1　常用符号 ……15
4.2　推荐的下角注 ……16
4.3　种类代号 ……16
5　优先数和优先数列 ……18
5.1　基本数列和化整值数列 ……18
5.2　用于电阻、电容参数的E数列 ……19
6　电气图形符号与制图 ……19
6.1　常用电气图用图形符号 ……19
6.2　项目代号 ……53
6.3　电气制图规则 ……56
6.4　系统图和框图 ……61
6.5　电路图 ……65
6.6　接线图和接线表 ……76
7　结构的基本尺寸与系列 ……87
7.1　面板、架和柜的基本尺寸系列 ……87
7.2　尺寸协调指南 ……92
8　额定电压 ……97
9　额定电流 ……98
10　额定频率 ……98
11　外壳防护等级特征的标注 ……98
12　产品图样的分类与管理 ……99
12.1　产品图样的分类 ……99
12.2　设计文件的分类 ……100
12.3　产品工作图样的基本要求 ……100
12.4　图样幅面 ……102
12.5　产品图样的标题栏 ……103
12.6　产品图样的区划 ……104
12.7　比例 ……104
12.8　图线 ……104
12.9　剖面 ……105
12.10　常用尺寸注法 ……106
12.11　产品图样及设计文件编号原则 ……110
12.12　产品图样及其主要设计文件的完整性 ……111
12.13　产品图样及设计文件更改办法 ……118
13　电控设备产品型号编制办法 ……119
13.1　型号命名原则 ……119
13.2　产品型号的命名 ……119
13.3　型号中的代号含义 ……119
13.4　特殊要求 ……120
13.5　产品型号的编制示例 ……120
14　电气传动控制设备的通用要求 ……120
14.1　低压电器组成的电气传动控制设备 ……120
14.2　装有电子器件的电气传动控制设备 ……122
15　特种环境使用的产品要求 ……125
15.1　船用设备 ……125
15.2　热带用设备 ……125

第2章　电气传动系统方案及电动机选择

1　电气传动系统的组成 ……128
1.1　电动机 ……128
1.2　电源装置 ……131
1.3　电气传动控制系统 ……131
2　生产机械的负载类型及生产机械和电动机的工作制 ……131
2.1　生产机械的负载类型 ……131
2.2　生产机械的工作制 ……132
2.3　电动机的工作制 ……133
3　电动机的选择 ……136
3.1　电动机类型的选择 ……136
3.2　电动机结构型式的选择 ……138
3.3　电动机的四种运行状态 ……138

3.4 常用电动机的性能及适用范围……139
3.5 电动机的功率计算……139
1 典型生产机械的工艺要求及电气传动系统方案选择……152
4.1 风机和泵类……152
4.2 球磨机和磨类……152
4.3 简单调速类……152
4.4 稳速类……152
4.5 多分部(单元)速度协调类……153
4.6 宽调速类……153
4.7 快速正反转类……153
4.8 随动(伺服)类……154
4.9 提升机械类……154
4.10 张力控制类……154
4.11 高速类……155

第3章 电动机的电器控制

1 电动机的起动、制动及保护……156
1.1 电动机的起动……156
1.2 电动机的制动……168
1.3 电动机的保护……179
1.4 交流电动机常用电器控制线路……183
1.5 交流电动机的通用电器控制设备……184
2 开关及控制电器的选择……255
2.1 低压断路器的选择……255
2.2 熔断器的选择……261
2.3 刀开关的选择……269
2.4 热继电器的选择……269
2.5 接触器的选择……272
参考文献……287

第4章 直流传动系统的调速方案

1 直流电动机调速的分类与技术指标……288
1.1 调速的分类……288
1.2 调速系统的静态指标……288
2 直流调速系统的方案选择……289
2.1 直流电动机的调速方案……289
2.2 直流电动机调压调速控制系统……293
2.3 直流电动机的其他典型控制系统……299
2.4 晶闸管供电可逆传动系统……306
参考文献……322

第5章 直流传动装置的参数计算

1 主回路选择和变流器的基本电参数……323
1.1 晶闸管变流装置的主回路方案……323
1.2 基本参数的计算……323
2 变流变压器的计算……330
2.1 变流电压的原始方程……330
2.2 变流变压器二次相电压 $U_{V\phi}$……330
2.3 变流变压器二次和一次相电流……331
2.4 变压器的二次容量、一次容量和等值容量……331
2.5 交流进线电抗器的选择……332
2.6 计算实例……333
3 晶闸管的选择方法……334
3.1 晶闸管额定电压 U_{RRM} 的选择……334
3.2 晶闸管额定电流 I_{FAV} 的选择……335
3.3 交变和冲击负载时的电流额定值……340
3.4 计算实例……341
4 直流回路电抗器的选择和计算……341
4.1 电动机电枢电感 L_M 和变压器漏感 L_T……342
4.2 限制直流脉动率的电感值……342
4.3 使电流连续的电感值……344
4.4 限制均衡电流的电感值……344
4.5 双桥并联平衡电抗电感值……345
4.6 限制故障电流变化率的电感值……347
4.7 计算实例……348
5 晶闸管变流装置的保护……349
5.1 交流阻容式保护回路……350
5.2 交流侧整流式阻容保护回路……350
5.3 压敏电阻保护回路……351
5.4 变压器静电感应过电压保护回路……352
5.5 换相过电压保护回路……353
5.6 直流侧过电压保护回路……354
5.7 桥臂电感参数的选择……354
5.8 过电流保护……355
5.9 快速熔断器的选择和计算……355
5.10 计算举例……356
6 直流调速装置的谐波计算和抑制……357

6.1 电流谐波的计算……358
6.2 直流电压谐波的计算……358
6.3 减小谐波的方法……358
6.4 电网对谐波的要求……359
6.5 功率因数对电网的影响……360
参考文献……362

第6章 交流传动系统的调速方案

1 交流传动系统概况……363
1.1 交流传动系统概述……363
1.2 交流调速传动分类……363
2 简易交流传动系统方案选择……367
2.1 调压调速……367
2.2 电磁调速电动机调速……369
2.3 变极调速……370
2.4 串电阻调速……375
3 晶闸管串级调速系统……376
3.1 串级调速的主回路方案……376
3.2 低同步串级调速系统……380
3.3 串级调速系统设计中的几个问题……382
4 变频调速系统中的变频器……384
4.1 交-交变频器……384
4.2 交-直-交电压型变频器……389
4.3 交-直-交电流型逆变器……394
5 异步电动机的变频传动……399
5.1 传动控制方式的分类……399
5.2 频率开环、电压闭环的U/f或E/f恒定控制……400
5.3 转差频率控制的变频系统……402
5.4 矢量变换控制的变频系统……404
6 无换向器电动机……408
6.1 无换向器电动机的结构……408
6.2 无换向器电动机的换流……410
6.3 不同γ_0角时的运行状况……412
6.4 增加换流极限、提高过载能力的基本方法……413
6.5 无换向器电动机的机械特性……413
6.6 无换向器电动机调速系统……414
6.7 无换向器电动机的应用范围及其特殊问题……416
参考文献……416

第7章 交流传动装置的参数计算

1 常用交流调速装置主要参数选择与计算……417
1.1 转子串电阻调速装置……417
1.2 异步电动机调压调速装置主要参数计算……422
2 交-直-交电压型逆变器换流线路的主要参数计算……425
2.1 强迫换流线路设计依据和计算程序……425
2.2 串联电感式换流线路的主要参数计算……426
2.3 串联整流器式（反馈整流器曲折联结）换流线路主要参数选择与计算……428
2.4 电感储能式换流线路主要参数计算……429
2.5 中间滤波环节的参数计算……432
2.6 换流线路选择的一般原则……434
3 交-直-交电流型逆变器换流线路主要参数计算……435
3.1 串联整流器式电流型逆变器参数计算……435
3.2 滤波电抗器选择与参数计算……438
4 无换向器电动机调速装置主要电路选择与参数计算……439
4.1 无换向器电动机调速装置主要电路……439
4.2 交-直-交电流型主回路参数计算……439
4.3 交-交电流型主回路参数计算与选择……441
4.4 交-交电压型主回路参数选择……441
5 串级调速装置主要参数计算与选择……442
5.1 串级变流装置容量确定……442
5.2 逆变变压器计算……442
5.3 直流滤波电抗器的选择……443
5.4 串级调速用变流器元件选择……443
5.5 计算实例……443
6 交-交变频器主回路参数计算……445
6.1 交-交变频器……445

6.2 交-交变频器主回路参数计算 ……446
参考文献……448

第 8 章 电气传动的计算机控制系统

1 概述……449
1.1 控制计算机的特点……449
1.2 计算机在工业中的应用……450
1.3 系统结构……450
2 小型工业计算机……455
2.1 控制用工业计算机的分类……455
2.2 工业上使用的小型计算机……455
2.3 VAX 的系统结构简介 ……456
2.4 VAX 的指令特点 ……457
2.5 操作系统简介……457
3 微型计算机……460
3.1 微型机系列的优选机型……460
3.2 接口技术……465
3.3 过程输入输出设备……471
4 可编程序控制器……475
4.1 PC 组成及工作原理 ……476
4.2 编程语言……481
4.3 数据通信……493
4.4 可编程序控制器的应用……497
5 控制计算机的数据通信……507
5.1 基本概念……507
5.2 物理层协议及数据链路控制协议……512
5.3 硬件简介……519
5.4 分布式计算机系统的互连模式……525
6 过程控制计算机的软件……530
6.1 软件概述……530
6.2 系统软件……532
6.3 应用软件……545
6.4 软件开发……548
7 多级分布式计算机控制系统……550
7.1 计算机控制系统的分类……550
7.2 大系统的控制方案……552
7.3 多级分布式计算机控制结构的形式……552
7.4 热轧厂的多级分布式计算机控制系统……555
参考文献……563

第 9 章 电气传动控制系统的分析与综合

1 直流传动系统的分析与综合……565
1.1 传递函数……565
1.2 系统简化……587
1.3 动态指标……590
1.4 工程实际综合方法……592
1.5 直流电动机参数测量……598
1.6 工程设计举例……600
2 交流传动系统的分析与综合……603
2.1 交流调速系统的特点及简化处理……603
2.2 传递函数及系统动态结构图……604
参考文献……615

第10章 电气传动系统的可靠性和抗干扰技术

1 可靠性概述……616
1.1 可靠性工程的任务……616
1.2 可靠性的指标……617
2 系统的可靠性预计……621
2.1 系统可靠性计算步骤……621
2.2 单元可靠性指标的计算……622
2.3 系统可靠性指标的计算……633
3 冗余系统……635
3.1 冗余系统的可靠性计算……636
3.2 并行工作冗余系统的可靠度比较……636
3.3 冗余技术方案的选择……636
4 提高装置可靠性的措施……641
4.1 故障检测装置……641
4.2 采用分散控制系统……641
4.3 软件可靠性的研究……641
4.4 改进产品设计思想……641
4.5 重视可维修性……642
4.6 提高产品的生产制造水平……643
4.7 注意人为可靠性……643
5 系统可靠性水平的最佳化……643
5.1 最佳化的标准……643
5.2 最佳化的计算……644
6 成套备用元件的最佳配置……644
6.1 最佳元件备用数……645
6.2 成套备用元件数的计算……645

7 抗干扰技术……646
7.1 抗干扰设计的基本原则……647
7.2 噪声的分类……647
7.3 噪声的传递方式……649
7.4 抗干扰的基本措施……650
7.5 设计的检查细则……650
8 常见噪声的抑制……651
8.1 电网噪声的抑制……651
8.2 直流电源噪声的抑制……658
8.3 静电放电噪声的抑制……659
8.4 模拟电路噪声的抑制……660
8.5 数字电路的抗扰设计……662
9 设备的安装技术……666
9.1 设备的内部安装要求……666
9.2 设备的外部安装要求……667
9.3 系统的接地技术……667
10 电子设备的干扰测量……673
10.1 干扰发送量的测试……674
10.2 敏感度的测试……674
参考文献……675

第11章 成套电气控制设备的产品设计

1 概论……677
1.1 成套电控设备产品设计的内容……677
1.2 产品设计的程序……677
1.3 与产品设计相关联的问题……677
2 产品装配图的设计……680
2.1 通则……680
2.2 低压电器电控设备的布置原则……682
2.3 电子电控设备的布置原则……685
2.4 混合式电控设备的布置原则……691
2.5 控制台的布置原则……692
2.6 操作件的运动方向……695
2.7 电控设备指示灯和按钮的颜色……695
3 接线图（表）的设计……697
3.1 通则……697
3.2 接线图（表）的画法……699
3.3 电控设备导线的颜色……700
3.4 导线的选择……701
3.5 导线的标注与参考图表……702
4 控制组件的设计……702
4.1 印制板组装件装配图的设计……702
4.2 印制板的技术条件……717
4.3 印制板照相底图的制作……720
4.4 晶体管散热器的选用……721
4.5 印制板框架……725
5 结构体的选型……728
5.1 控制柜……728
5.2 屏……735
5.3 控制台……737
5.4 插箱……741
5.5 风道及风机选择……745
5.6 晶闸管框架……759
6 常用材料、辅件及专用工具……764
6.1 电线与母线……764
6.2 金属材料……776
6.3 非金属材料……798
6.4 电控装置辅件……805
6.5 专用工具……833
参考文献……836

第12章 电气传动装置

1 电气传动装置概况……837
2 直流电动机晶闸管调速装置……838
2.1 ZC1系列0.4～200kW直流电动机调速装置……840
2.2 TZS1系列88～1050kW直流电动机调速装置……855
2.3 TDZ1系列937～8370kW直流电动机供电装置……870
2.4 TDL1系列0.7～277kW直流电动机励磁装置……882
3 交流绕线转子电动机晶闸管串级调速装置……888
3.1 产品系列及技术参数……892
3.2 电气原理图……892
4 交流笼型电动机晶闸管交-直-交变频调速装置……892
4.1 产品系列及技术参数……893
4.2 电气原理图……893
5 无换向器电动机晶闸管调速装置……893
5.1 原理说明及电气原理图……894
5.2 产品技术数据……896
6 大功率晶体管（GTR）脉宽调制

(PWM) 调速装置……896
6.1 直流电动机PWM调速装置原理图及技术参数……896
6.2 交流电动机PWM调速装置原理图及技术参数……899
7 控制单元……899
7.1 概况……899
7.2 通用电源类单元……900
7.3 给定指令单元……904
7.4 调节运算单元……905
7.5 逻辑控制单元……922
7.6 隔离变换单元……927
7.7 保护信号单元……936
7.8 移相触发单元……941
7.9 变频调速用控制单元……950
7.10 晶闸管脉冲板……955
7.11 晶闸管功率单元……957
7.12 移相触发单元的组合……960
7.13 控制单元的组合……960
8 同步电动机晶闸管励磁装置……973
8.1 型号及规格……973
8.2 装置特点……973
8.3 系统工作原理说明……978
9 传动装置和控制单元的发展……982
参考文献……984

第13章 电控设备的安装与调试

1 电控设备检验的依据标准……985
2 电控装置的安装……985
2.1 安装的一般规定……985
2.2 外部配线……986
2.3 接地……988
3 电控设备现场调试……992
3.1 概述……992
3.2 系统非主通道部分的调试……993
3.3 调节回路调试……996
3.4 励磁回路调试……999
3.5 主回路空载整流特性测试……999
3.6 电流环调试……1002
3.7 转速环调试……1003
3.8 带负载工作精调……1005
3.9 调试中的异常现象……1005

第14章 电气传动的工业应用

1 石油工业……1007
1.1 钻井机械……1007
1.2 管线……1013
1.3 石油精炼……1014
2 轧钢工业……1014
2.1 轧钢工业概况……1014
2.2 轧制力、轧钢电动机功率计算……1016
2.3 可逆热轧机……1019
2.4 热连轧机……1022
2.5 带钢冷连轧机……1024
2.6 可逆冷轧机……1025
2.7 飞剪机控制……1025
2.8 压下螺丝位置控制(APC)……1027
2.9 活套支持器自动控制……1031
3 港口机械……1033
3.1 概况……1033
3.2 翻车机……1034
3.3 输送机……1035
3.4 码头起重机……1035
3.5 堆料机……1035
3.6 取料机……1036
3.7 装船机……1037
3.8 码头管理和装卸自动化……1037
4 起重机械……1038
4.1 起重机类型……1038
4.2 电动机容量计算……1040
4.3 常用电气传动系统……1041
5 机械加工……1046
5.1 机床……1046
5.2 数控机床……1051
5.3 工业机器人……1052
5.4 柔性制造系统(FMS)和自动化工厂(FAF)……1053
6 高炉控制系统……1056
6.1 高炉生产的工艺特点……1056
6.2 电气传动自动化控制系统……1057
7 矿井提升机电气传动装置……1061
7.1 概述……1061
7.2 提升机传动系统……1064
7.3 提升机的安全保护……1069

8 电梯电气系统 ……1070
8.1 电梯对电气系统的要求 ……1070
8.2 电梯的安全装置 ……1070
8.3 电气传动系统的方案选择 ……1071
8.4 电气控制系统 ……1075
8.5 速度给定曲线 ……1076
8.6 减速及平层控制 ……1078
8.7 其他 ……1079
参考文献 ……1079

附 录

附录1 常用电力电子器件及配套元器件产品 ……1081
1. ZP型普通整流管 ……1081
2. ZK型快速整流二极管 ……1081
3. KP型普通晶闸管 ……1081
4. KK型快速晶闸管 ……1085
5. KS型双向晶闸管 ……1085
6. QL型单相桥式整流组合管 ……1085
7. SQL型三相桥式整流组合管……1085
8. DZQ、KZQ、HZQ型二极管模块、晶闸管模块、混合整流模块……1087
9. MQL14～MQL19单相整流模块 ……1088
10. MSQL14～MSQL19三相整流模块……1089
11. MB2～MB9单臂整流模块……1089
12. F007通用Ⅲ型运算放大器 ……1089
13. F005通用Ⅱ型运算放大器 ……1089
14. XFC80型双运算放大器 ……1089
15. 晶闸管用集成化触发器……1092
16. 晶闸管用集成化触发器应用示例……1092
17. CW1524、CW2524、CW3524直流脉宽调制专用集成电路……1095
18. THP4752三相交流脉宽调制专用集成电路……1095
附录2 通用控制单元图例（概览图）…1104

第1章　常用数据与标准

1　常用标准代号

常用标准代号见表1-1。

表1-1　常用标准代号

类　别	标　准　代　号	标　　准　　名　　称
标　准　化	GB1.1—87	标准化工作导则　标准编写的基本规定
	GB1.2—88	标准化工作导则　标准出版印刷的规定
	GB1.3—87	标准化工作导则　产品标准编写规定
术　语	GB3935.1—83	标准化基本术语　第一部分
	GB2900.1～.48—82～86	电工名词术语
	GB3187—82	可靠性基本名词术语及定义
	GB4365—84	无线电干扰名词术语
	GB4475—84	敏感元件名词术语
	GB4776—84	电气安全名词术语
	GB6583.1—86	质量管理和质量保证术语　第一部分
	GB8582—88	电工电子设备机械结构术语
	JB3815—85	质量保证术语
	JB4261—86	开关设备和控制设备的辅件名词术语
	JB/Z263—86	电工产品层次名词及其应用
参　数	GB8170—87	数值修约规则
	GB321—80	优先数和优先数系
	GB2822—81	标准尺寸
	JB/Z228—85	攻丝前钻孔用麻花钻直径
	GB156—80	额定电压
	GB3926—83	中频设备额定电压
	GB1980—80	电气设备　额定频率
	GB762—80	电气设备　额定电流
	GB4988—85	船舶和海上石油平台用电工产品的额定频率、额定电压、额定电流
	JB3157—82	电工产品环境参数分级（气候与化学环境因素部分）
标　志	GB2682—81	电工成套装置中的指示灯和按钮的颜色
	GB4025—83	指示灯和按钮颜色
	GB4205—84	控制电气设备的操作件标准运动方向
	GB4026—83	电器接线端子的识别和用字母数字符号标志接线端子的通则
	GB2681—81	电工成套装置中的导线颜色
	GB4884—85	绝缘导线的标记
	GB7947—87	绝缘导体和裸导体的颜色标志
	GB191—73	包装储运指示标志
	GB6388—86	运输包装收发货标志
安　全	GB3805—83	安全电压
	GB4064—83	电气设备安全设计导则
	GB7450—87	电子设备雷击保护导则
	GB4208—84	外壳防护等级的分类

（续）

类 别	标 准 代 号	标 准 名 称
图 样	ZB/T J01035.1～.6—90	产品图样及设计文件
	JB/T5883.1～.7—91	电控设备图样及技术文件
	JB/DQ0133.1～.9—85	电工产品图样及技术文件编制导则
	JB/Z 223—84	产品图样及设计文件标准化审查
	JB/Z 224—84	产品图样及设计文件管理规则
	GB4457～4460—84	机械制图
	GB131—83	
	GB324—88	焊缝符号表示法
	GB5185—85	金属焊接及钎焊方法在图样上的表示代号
	GB4728.1～.13—84～85	电气图用图形符号
	GB5465.1～.2—85	电气设备图形符号
	GB5094—85	电气技术中的项目代号
	GB6988.1～.7—86	电气制图
	JB/T5876.1～.3—91	电气传动装置制图
	GB7093.1～.4—86	图形符号表示规则
	GB7159—87	电气技术中的文字符号制订通则
	GB7356—87	电气系统说明书用简图的编制
	GB5489—85	印制板制图
型 号	JB3750—84	产品类种划分
	JB3752—84	电控设备产品型号编制方法
	ZBK62002—89	电气设备通用辅件产品型号编制办法
环境条件及设备	GB4796—84	电工电子产品环境参数分类及其严酷程度分级
	GB4797.1～.3—84～86	电工电子产品自然环境条件
	JB2853—80	电工产品、仪器、仪表基本环境条件
	JB2678—80	电工产品高原使用环境技术条件
	GB4798.1～.7、.10—84～87	电工电子产品应用环境条件
	JB4159—85	热带电工产品通用技术条件
	GB4720—84	电气传动控制设备第一部分 低压电器电控设备
	GB3797—89	电气传动控制设备第二部分 装有电子器件的电控设备
	ZBK62004—89	JK型交流低压电控设备
	JB4263—86	交流传动矿井提升机电控设备技术条件
	ZBK62003—89	挖掘机电控设备
	JB4374—86	湿热带型低压电器电控设备
	JB4326—86	湿热带型装有电子器件的电控设备
	JB/DQ6187—86	自耦减压起动控制柜（箱）
	JB/DQ6188—86	半导体变频电气传动控制设备
	JB/DQ6190—86	晶闸管低压同步串级调速电控设备
	JB/DQ6191—86	0.4～200kW直流电动机晶闸管调速电控设备
	JB/DQ6511—89	88～8370kW晶闸管直流电气传动控制设备
单 元	JB/DQ6192—86	0.4～200kW直流电动机晶闸管调速电控设备控制单元
	JB/DQ6145—86	88～8370kW装有电子器件的直流晶闸管调速电控设备用标准控制单元
器 件	GB1497—85	低压电器基本标准
	GB4589.1—84	半导体集成电路总规范
	GB4939—85	普通整流管
	GB4940—85	普通晶闸管
	JB2173—77	KS型双向可控硅元件（KS型双向硅闸流管）
	JB/DQ6189—86	DK1型电控设备用变压器

（续）

类　别	标　准　代　号	标　　准　　名　　称
辅　件	JB3975—85	圆铜导线用接线座基本标准
	JB2436—78	电力传动控制装置用铜制裸压接端头
	ZBK32002—89	行线槽
	ZBK32001—88	JH 5 螺钉组合型接线座
	JB4418—89	扁型快速连接端头
制　造	GB3047.1—82	面板、架和柜的基本尺寸系列
	GB3047.4—86	高度进制为44.45mm的插箱、插件的基本尺寸系列
	GB3047.6—86	电子设备台式机箱基本尺寸系列
	GB10217—88	电工控制设备造型设计导则
	GB1360—78	印制电路网格
	GB4588.1—84	无金属化孔单、双面印制板技术条件
	GB4588.2—84	有金属化孔单、双面印制板技术条件
	GB4588.3—88	印制电路板设计和使用
	GB4588.4—88	多层印制板技术条件
	JB3136～3138—82	电力传动装置用印制电路板
	GB7423.1～.3—87	半导体器件散热器
	JB/ Z 222—84	通、借用管理办法
	JB8—82	产品标牌
	GB1800～1804—79	公差与配合
	GB4249—84	公差原则
	GB1182～1184—80	形状和位置公差
	GB1958—80	
	GB1031—83	表面粗糙度　参数及其数值
	JB/Z 187.1—82	产品工艺工作程序
	JB/Z 187.2—82	工艺文件的完整性
	JB/Z 187.3—82	工艺规格形式及填写规则
	JB/Z 187.4—82	管理用工艺文件格式
	JB/Z 187.5—82	专用工艺装备设计文件格式
	JB/Z 254—85	工艺文件编号方法
	GB1238—76	金属镀层及化学处理表示方法
	JB2836—80	电工产品的电镀层和化学覆盖层
	GBn193—83	出口机械、电工、仪器仪表产品　包装通用技术条件
	JB2759—80	机电产品包装　通用技术条件
	JB3084—82	电力传动控制站的产品包装与运输规程
	JB3085—82	装有电子器件的电力传动控制装置的产品包装与运输规程
	GB4768—84	防霉包装技术要求
	GB4879—85	防锈包装
	GB5048—85	防潮包装
	JB/Z 206—84	机电产品　防震包装
质　量	JB/Z 220—84	工序质量控制通则
	GB10236—88	半导体电力变流器与电网互相干扰及其防护方法的导则
	GB5081—85	电子产品现场工作可靠性、有效性和维修性数据收集指南
	GB6990—86	电子设备用元器件（或部件）规范中可靠性条款的编写指南
	GB6991—86	电子元器件可靠性数据表示法
	GB6992—86	可靠性与维修性管理
	GB6993—86	系统和设备研制生产中的可靠性程序
	GB7289—87	可靠性、维修性与有效性预计报告编制指南

（续）

类　别	标　准　代　号	标　　准　　名　　称
质　量	GB7826—87	可靠性分析技术　失效模式和场效应　分析（FMEA）程序
	GB7827—87	可靠性预计程序
	GB7828—87	可靠性设计评审
	GB7829—87	故障树分析程序
	GB4938—85	半导体分立器件接收和可靠性
检　测	GB2421～2424—81～86	电工电子产品基本环境试验规程
	GB5170.1～.18—85～87	电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法
	GB6999—86	环境试验用相对湿度查算表
	GB3482—83	电子设备雷击试验方法
	GB3483—83	电子设备雷击试验方法导则
	GB5169.1～.8—85	电工电子产品着火危险试验
	GB4207—84	固体绝缘材料在潮湿条件下相比漏电起痕指数和耐漏起痕指数的测定方法
	GB998—82	低压电器基本试验方法
	GB4677.1～.11—84	印制板测试方法
	GB4825.1～.2—84	印制板导线局部放电和载流量测试方法
	GB7613.1～.3—87	印制板导线耐电流、表层耐电压和金属化孔耐电流试验方法
	GB5095.1～.9—85～86	电子设备用机电元件　基本试验规程及测量方法
	GB10233—88	电气传动控制设备基本试验方法
	GB4769—84	防霉包装试验方法
	GB4857.1～.8—84～85	运输包装件基本试验方法
	GB3907—83	工业无线电干扰基本测量方法
	GB4824.1—84	工业、科学和医疗射频设备无线电干扰允许值
	GB4824.2—84	工业、科学和医疗射频设备无线电干扰特性测量方法
	GB4859—84	电气设备抗干扰特性测量方法
	GB6113—85	电磁干扰测量仪
	GB6162—85	静态继电器及保护装置的电气干扰试验
	GB6833.1～.10—86～87	电子测量仪器电磁兼容性试验规范
	GB10250—88	船舶电气与电子设备的电磁兼容
	GB7343—87	10kHz～30MHz无源无线电干扰滤波器和抑制元件特性的测量方法
	GB3767～3769—83	噪声源声功率的测定
	GB1772—79	电子元器件失效率试验方法
	GB5080.1～.7—85～86	设备可靠性试验
	GB7288.1～.2—87	
	GB2689.1～.4—81	寿命试验和加速寿命试验
	GB2828—87	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
	GB2829—87	周期检查计数抽样程序及抽样表（适用于生产过程稳定性的检查）
	GB3359—82　GB3360—82	数据的统计处理和解释
	GB3361—82	
	GB4087.1～.3—83	
	GB4088—83 GB4089—83	
	GB4882～4883—85	
	GB4889～4890—85	
	GB6380—86	
	GB8055～8056—87	
	GB4090—83	
	GB4086.1～.6—83	统计分布数值表

（续）

类别	标准代号	标准名称
检测	GB4091.1～.9—83	控制图
	GB4886—85	带警戒限的均值控制图
	GB6381—86	通用控制图
	GB4885—85	正态分布完全样本可靠度侧置信下限
	GB4887—85	计数型累积和图
	GB4891—85	为估计批（或过程）平均质量选择样本大小的方法
	GB6378—86	不合格品率的计量抽样检查程序及图表（适用于连续批检查）
	GB8051—87	计数序贯抽样检查程序及表
	GB8052—87	单水平和多水平计数连续抽样检查程序及表
	GB8053—87	不合格品率的计量标准型一次抽样检查程序及表
	GB8054—87	平均值的计量标准型一次抽样检查程序及表
效果	GB3533.1～.3—83～84	标准化经济效果的评价、论证与计算
	JB/Z 221—84	机械工业标准化经济效果的评价原则和计算方法

2 常用术语

（*1）电气传动(Electric drive)：用以实现生产过程机械设备电气化及其自动控制的电气设备及系统的技术的总称。

（*2）直流电气传动（Direct-current electric drive)：应用直流电动机的电气传动。

（*3）交流电气传动（Alternating-current electric drive)：应用交流电动机的电气传动。

（*4）直流发电机—电动机组（电气）传动（Ward-Leonard (electric)drive)：直流电动机由旋转变流机组供电的电气传动。

（*5）串级电气传动(Electric drive with cascade)：绕线转子感应电动机的转差功率通过变流装置回馈到交流电网或传动电机轴上的电气传动。

（6）伺服（电气）传动（Servo (electric) drive)：使被控量能快速跟随参据量变化的电气传动。

（*7）线性系统（Linear system)：可由一组线性方程描述的系统。通常将线性系统看成是非时变的。

（*8）非线性系统（Nonlinear system)：只能由非线性方程描述的系统。

（9）连续系统（Continous system)：指系统中所有元件和环节的输入与输出之间都是连续函数关系的系统。

（10）断续系统(Discontinous system)，离散系统（Discrete system)：指包含有一个或多个，其输入与输出之间不是连续函数关系的元件或环节的系统。

（11）实时（控制）系统（Real-time (control) system)：一种计算机控制系统。在这种系统中，在事件或数据产生的同时，计算机能以足够快的速度予以处理或作出反应，其处理或反应的结果在时间上又来得及再去控制被监视或被控制的过程，以得到预期的效果。

（12）直接数字控制系统（Direct Digital Control system——DDC)：接受上级计算机或人工的设定值，对生产机械或过程的某些参数(速度、位置、压力、温度等）直接进行数字闭环控制的系统。该系统多用微机或可编程序控制器构成，通常是多级计算机控制系统的最低一级。

（13）计算机监（督）控（制）系统（Supervisory Computer Control system——SCC)：多级计算机控制系统中的一级，通常是DDC的上一级，对DDC级进行设定和监视，完成车间或工厂生产过程控制和优化的任务，该系统通常用一台或多台中、小型计算机构成。

（14）计算机管理系统（Computer management system)：通常是多级计算机控制系统中的最高级，主要执行工厂或公司的合同管理、库存管理、生产计划管理等任务，一般由一台或几台中、大型计算机构成。

（15）分布式（计算机）控制系统（Distributed (computer) control system)：包含多台相对独立计算机的控制系统，在大型多级计算机系统

中，DDC级就采用由多台微机或可编程序控制器构成的分布式系统，它们分散布置，并行工作，独立或协同完成不同的子功能，分布式系统可提高系统的可靠性及灵活性。

(16) 分级多机系统 (Hierarchy system)：在大型计算机控制系统中，根据对数据处理量实时性要求的不同，而将计算机系统分成几级，每一级由一台或多台计算机构成，下级接受上级的指令和控制，各级相对独立完成不同性质的任务，这种系统为分级多机系统。

(17) 双机系统 (Dual system)：指用两台计算机接受同样的输入信息，执行同样的程序，并将它们处理的结果进行比较的计算机系统。当对可靠性要求特别高时，可采用这种系统。

(°18) 开环控制 (Open-loop control)：不取用被控量信息的控制。

(°19) 闭环控制(Closed-loop control)，(反馈控制Feed back control)：控制动作取决于被控量信息的控制。

(°20) 前馈控制 (Feedforward control)：操纵量既取决于控制器输出，也取决于一个或多个输入量被测值的控制。

(°21) 复合控制 (Compound control)：前馈控制与反馈控制同时并用的控制。

(22) 模拟控制 (Analogue control)：采用模拟量进行的控制。

(23) 数字控制 (Digital control)：采用数字量进行的控制。

(24) 程(序)控(制)(Programmed control)：实现某种程序的控制。

(25) 顺(序)控(制) (Sequential control)：按照预定次序来规定系统动作的控制方式，其中有些动作取决于前面动作的执行结果或取决于某些条件的满足。顺序控制可看作是简单的程序控制。

(26) 遥控 (Remote control)：对被控对象进行远距离的控制。

(27) 群控 (Group control)：对多个控制对象用一台或多台控制装置按照一定的关系进行集中控制。

(28) 采样控制 (Sampling control)：按周期性或任意时间间隔采取某一连续变量作为输入量，输出量是输入量采样值的一种断续控制。

(29) 斩波控制 (Chopper control)：利用功率半导体器件中的通-断作用，将恒压直流电源转变为可调压直流电源的一种控制。

(30) 双位控制 (Bang-bang control)：使控制系统的输出量只具有两个数值（叫做位）中任何一位的一种控制。

(31) 最优控制(Optimal control)：在限定范围内，使性能指标达到极大值或极小值的一种控制。

(32) 自适应控制(Self adaptive control)：当系统的外界或内部条件在较大范围内变化时，能自动改变系统的参数或结构，使系统仍能按某一性能指标正常运行的一种控制。

(33) 模型参考（自）适应控制 (Model Reference Adaptive Control(MRAC))：以一个预定的模型作为参考，并使被控系统的输出始终跟随模型输出的一种适应控制。

(34) 滑模（变结构）控制 (Sliding mode (Variable structure) control)：系统的结构以很高的频率变化，从而使系统的状态变量沿着一个预定的目标轨迹滑动，以得到一个对参数和外扰变化不灵敏的稳定系统，是一种特殊的适应控制。

(35) 矢量控制 (Vector control)：一种交流电气传动的控制。它利用坐标变换把交流量控制转变为直流量控制，再把控制结果转变为物理上可实现的交流量，从而将交流电机的转矩分量与励磁分量解耦，使交流电机可像直流电机一样进行转矩和磁通的独立控制。

(36) 直接（转矩）自控(Direct torque control)：一种不需要进行坐标变换，直接在定子坐标系上用交流量计算力矩和磁通，并采用双位控制实现转矩和磁通直接调整控制。

(37) 模糊控制 (Fuzzy control)：不需要为系统建立数学模型，而模拟人的思维模式及识别和决策行为来进行控制。

(°38) 控制设备 (Controlgear)：主要用以控制用电设备的开关电器及同控制、测量、保护和调节装置的组合，以及上述电器和装置与互相联接部分、辅件、外壳和支持件的成套设备的通称。

(°39) 电（气传动）控（制）设备(Electric-driving controlgear)：电气传动用的控制设备（有时也包括在控制系统中起末级放大作用的供电电源）。

(°40) 控制板(Control board)：各种电子器件和电器元件安装在单独的底板上的一种电控设备。

(*41) 控制屏 (Control panel)：有独立的支架，支架上有金属或绝缘底板或横梁，各种电子器件和电器元件安装在底板或横梁上的一种屏式电控设备。

(*42) 控制柜(箱)(Control cabinet(box))：各种电子器件和电器元件安装在一个防护用的柜(箱)形结构内的电控设备。

(*43) 控制台 (Control desk)：各种电子器件和电器元件安装在带有水平或斜面的台式结构内的一种电控设备。

(*44) 控制单元 (Control unit control midule)：电控设备的通用组合件，以装有电子器件的印制电路板为主体组成，带有面板和插头座(或外壳和端子)，具有统一信号电平和规定的电功能。

(*45) 控制器 (Controller)：通常指将反馈信号与参据信号进行比较，然后对偏差按一定的函数关系进行处理后输出控制信号，以满足某种控制要求的控制单元。

(46) 电动机控制中心 (Motor Control Center——MCC)：将交流低压电动机的整套控制和保护设备按一定的规格系列装配成通用单元组件，每个组件一个回路，并将多个单元组件按可抽出的接插形式结构组装成一个柜体，组成多回路电动机控制系统，实现多电机集中控制的电控设备。

(47) 动力中心(Power Center——PC)：将低压配电设备按一定的规格系列装配成通用的单元组件，每个组件一个配电回路，将多个单元组件按可抽出的接插形式结构，组装成一个柜体，组成多回路的配电系统，实现多配电系统集中操作控制的配电设备。

(48) 不间断电源 (Uninterrupted Power Supply——UPS)：一种用于保证连续供电的、采用半导体变流器的静止型电源设备。一般由稳压稳频器，贮能器、电子开关等部件构成。

(*49) 电气辅件 (Electric auxiliaries)：电控设备内部元器件之间以及与外部电路之间的电连接所用的器件的总称。包括接线、保护、紧固等器件，以及为标记、指示所需的线号、符号等器件。

(*50) 直流电动机 (Direct-current motor)：依靠直流电源运行的电动机。

(*51) 交流电动机 (Alternating-current motor)：依靠交流电源运行的电动机。

(*52) 同步电动机 (Synchronous motor)：交流电动机的一种，其电动势频率与转速之比为恒定值。

(*53) 导步电动机 (Asynchronous motor)：交流电动机的一种，其负载时的转速与所接电源频率之比不是恒定值。

(*54) 双馈(异步)电动机(Doubly-fed motor, Asynchronous motor)：异步电动机的一种，其定子绕组和转子绕组由各自的电源供电，其电源频率可以是恒定的，也可以是变动的。

(55) 无换向器电机 (Commutatorless motor)：一种交流调速电机，它由三相同步电动机、变频装置和安装在电机轴上的位置检测器组成，变频装置和检测装置两者结合所起的作用相当于直流电机的换向器。

(*56) 永磁电动机(Permanent magnet motor)：磁场系统由一块或多块永磁体组成的电动机。

(57) 直线电动机 (Linear motor)：将定子展开为直线，电动机本身能直接做直线运动的电动机。

(*58) 伺服电动机 (Servo motor)：转子的机械运动受输入电信号控制作快速反应的电动机。

(*59) 步进电动机 (Stepping motor)：用电脉冲信号进行控制，将电脉冲信号转换成相应的角位移或线位移的控制电机。

(*60) 力矩电动机 (Torque motor)：允许在堵转至额定转速之间运行，以输出转矩为主要特征的电动机。

(*61) 磁阻电动机 (Reluctance motor)：同步电动机的一种，采用双凸极结构，转子上无绕组，只有定子上有集中绕组，定子各相绕组依次通电，从而实现转子步进，控制转速。

(*62) 变流变压器 (Convertor transformer)：作为变流器主电源用的电力变压器。

(63) 进线电抗器 (Line reactor)：接在变流器与交流电源或公用变流变压器之间，用来抑制变流器之间相互干扰和限制交流侧短路电流的交流电抗器。

(64) 桥臂电抗器 (Arm reactor)：接在变流器桥臂中，用来限制半导体器件的电压和电流上升率的电抗器。

(*65) 平衡电抗器 (Interphase reactor)：用以保证由不同相供电的多个换相组并联工作的电