

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50673—2011

有色金属冶炼厂电力设计规范

Code for Power Design of Non-ferrous

Metals Smelters

2011-04-02 发布

2012-05-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

有色金属冶炼厂电力设计规范

Code for power design of non-ferrous
metals smelters

GB50673-2011

主编部门：中国有色金属工业协会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2012 年 5 月 1 日

中 国 计 划 出 版 社

2012 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 972 号

关于发布国家标准《有色金属 冶炼厂电力设计规范》的公告

现批准《有色金属冶炼厂电力设计规范》为国家标准，编号为 GB50673-2011，自 2012 年 5 月 1 日起实施。其中，第 5.2.14(4)、5.2.18(4)、7.3.28(2)、8.6.2(4)、14.0.10、15.0.10 条（款）为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一一年四月二日

前 言

根据原建设部《关于印发〈2007 年工程建设标准规范制订、修订计划（第二批）的通知〉》（建标[2007]126 号文）的要求，由长沙有色冶金设计研究院主编，会同中国恩菲工程技术有限公司等六家参编单位组成编制组。编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外现行标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规范。

本规范的主要技术内容共 17 章和 7 个附录。内容包括：总则、术语、供电与配电、余热电站、厂区线路、电解整流所、车间电力设计基本规定、重有色金属冶炼厂车间电力设计、氧化铝厂车间电力设计、铝电解车间电力设计、镁钛与工业硅厂车间电力设计、碳素厂车间电力设计、氟化盐厂车间电力设计、稀有金属冶炼厂车间电力设计、硬质合金厂车间电力设计、半导体材料厂车间电力设计、公用设施电力设计等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中国有色金属工业工程建设标准规范管理处负责日常管理，由长沙有色冶金设计研究院负责具体内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请将意见和建议寄送长沙有色冶金设计研究院，地址：湖南省长沙市解放中路 199 号，邮编 410011，以供今后修编时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人员和主要审查人员：

主编单位：长沙有色冶金设计研究院。

参编单位：中国恩菲工程技术有限公司

沈阳铝镁设计研究院

贵阳铝镁设计研究院

中国瑞林工程技术有限公司

深圳市中金岭南有色金属股份有限公司韶关冶炼厂

施耐德电气（中国）投资有限公司

主要起草人员：魏文华 张鞍生 湛训良 黄应龙 邵晓钢 许小满

彭洪涛 袁进禹 朱政坤 刘祥印 尹泽辉 喻仁盛

主要审查人员：田有连 张权度 江 山 李学文 倪仁金 付新民

周恒琦 杨 力

目 次

1	总则
2	术语
3	供电与配电
3.1	负荷分级与供电电源
3.2	高压供配电系统
3.3	无功补偿
3.4	电能质量要求
3.5	变电所与配电所
3.6	继电保护与自动装置
3.7	电测量仪表装置
3.8	防火与蓄油设施
3.9	对相关专业的要求
4	余热电站
4.1	一般规定
4.2	电气部分
4.3	对相关专业的要求
5	厂区线路
5.1	一般规定
5.2	电缆线路
5.3	架空线路
6	电解整流所
6.1	一般规定
6.2	供电电源与接线系统
6.3	整流机组的选择及谐波治理
6.4	控制、保护与测量
6.5	母线、设备配置及接地
6.6	交流所用电系统
6.7	直流所用电系统
6.8	对相关专业的要求

7	车间电力设计基本规定	
7.1	配电系统	
7.2	配电设备	
7.3	控制与保护	
7.4	配电线路	
7.5	电测量仪表	
7.6	电气照明	
7.7	建构筑物防雷	
7.8	配电室与控制室	
8	重有色金属冶炼厂车间电力设计	
8.1	一般规定	
8.2	原料车间	
8.3	焙烧与烧结车间	
8.4	熔炼车间	
	(I) 顶吹炉	
	(II) 转炉	
	(III) 矿热电炉	
8.5	浸出过滤与浸液车间	
8.6	电解车间	
8.7	对相关专业的要求	
9	氧化铝厂车间电力设计	
9.1	一般规定	
9.2	原料车间	
9.3	烧结与焙烧车间	
9.4	高压溶出与熟料溶出车间	
9.5	分解过滤与蒸发车间	
10	铝电解车间电力设计	
10.1	电解车间	
10.2	铝锭铸造车间	
11	镁钛与工业硅厂车间电力设计	
11.1	一般规定	

11.2	氯化竖式炉、钛熔矿炉与纯硅炉	
12	炭素厂车间电力设计	
12.1	一般规定	
12.2	电煅烧炉	
12.3	石墨化炉	
13	氟化盐厂车间电力设计	
14	稀有金属冶炼厂车间电力设计	
15	硬质合金厂车间电力设计	
16	半导体材料厂车间电力设计	
17	公用设施电力设计	
17.1	空气压缩机站	
17.2	水泵站	
17.3	发生炉煤气站	
17.4	氢气站	
17.5	氧气站	
17.6	实验室和化验室	
17.7	充电站	
17.8	静电滤清器电源装置	
17.9	大型风机	
附录 A	有色金属冶炼厂一级负荷用电设备表	
附录 B	有色金属冶炼厂三级负荷用电设备表	
附录 C	整流机组继电保护整定计算	
附录 D	整流机组短路阻抗计算	
附录 E	三氯氢硅合成炉工频感应线圈计算	
附录 F	有色金属冶炼厂环境特征	
附录 G	有色金属冶炼厂一般照明照度标准	
	本规范用词说明	
	引用标准名录	
	附：条文说明	

Contents

1	Generals
2	Terms
3	Power Supply and Distribution
3.1	Load Ranking and Power Supply
3.2	High-voltage Power Supply and Distribution System
3.3	Reactive Compensation
3.4	Power Quality Requirements
3.5	Substation and Distribution
3.6	Relaying and Automechanism
3.7	Electrical Measuring Instrument Device
3.8	Fire-proof and Oil-reserving Facility
3.9	Requirements for of the Relevant Discipline
4	Waste Heat Power Station
4.1	General Regulations
4.2	Electric Part
4.3	Requirements for Relevant Discipline
5	Plant Site Circuit
5.1	General Regulations
5.2	Cable Line
5.3	Overhead Line
6	Electrolytic Rectifier System
6.1	General Regulations
6.2	Power Supply and Wiring System
6.3	The Selection of Rectifier Unit and Harmonic Control
6.4	Control, Protection and Measuring
6.5	Bus Bar, Equipment Configuration and Grounding
6.6	AC Shop Power System
6.7	DC Shop Power System
6.8	Requirements for Relevant Discipline

7	Basic Regulations of Workshop Electric Engineering	
7.1	Power Distribution System	
7.2	Power Distribution Equipment	
7.3	Control and Protection	
7.4	Power Distribution Line	
7.5	Electrical Measuring Instrument	
7.6	Electric Lighting	
7.7	Lightning Protection of Buildings and Structures	
7.8	Distribution Room and Control Room	
8	Workshop Electric Engineering of Heavy Nonferrous Smelters	
8.1	General Regulations	
8.2	Material Workshop	
8.3	Sintering and Roasting Workshop	
8.4	Smelting Workshop	
	(I) Top Blowing Furnace	
	(II) Converter	
	(III) Ore Smelting Electric arc Furnace	
8.5	Leaching ,Filtration and Leach Solution Workshop	
8.6	Electrolysis Workshop	
8.7	Requirements for Relevant Discipline	
9	Workshop Electric Engineering of Alumina Plant	
9.1	General Regulations	
9.2	Material Workshop	
9.3	Sintering and Roasting Workshop	
9.4	Pressure Digestion and Agglomerate Digestion Workshop	
9.5	Decomposition,Filtration and Evaporation Workshop.....	
10	Electric Engineering of Aluminum Electrolysis Workshop.....	
10.1	Electrolysis Workshop	
10.2	Aluminum Ingot Casting Workshop	
11	Workshop Electric Engineering of Mg,Ti and Si Plant	
11.1	eneral Regulations	

11.2 Chloride Vertical Furnace, Ti Smelting Furnace and Pure Si Furnace	
12 Electric Engineering of Carbon Workshop	
12.1 General Regulations	
12.2 Electric Calciner	
12.3 Graphitizing Furnace	
13 Workshop Electric Engineering of Fluoride Salt Plant	
14 Workshop Electric Engineering of Rare Metal Smelter	
15 Workshop Electric Engineering of Cemented Carbide Plant	
16 Workshop Electric Engineering of Semi-conductor Material Plant.....	
17 Electric Engineering of Utilities	
17.1 Air Compressor Station	
17.2 Pump Station	
17.3 Furnace Gas Station	
17.4 Hydrogen Station	
17.5 Oxygen Station	
17.6 Laboratory	
17.7 Charging Station	
17.8 Static Filter Power Supply Device	
17.9 Large Fan	
Appendix A List of Electrical Equipment with Class I Load for Nonferrous Smelter	
Appendix B List of Electrical Equipment with Class III Load for Nonferrous Metal Smelter	
Appendix C Setting Calculation of Rectifier Unit Relay	
Appendix D Short-current Impedance Calculation of Rectifier Unit	
Appendix E Line-frequency Induction Coils Calculation of Trichlorosilane Synthesis Furnace	
Appendix F Environmental Characteristics of Nonferrous Smelters	
Appendix G Specification of General Lighting Illuminance for Nonferrous Smelters	

Explanation of Wording in this code	
List of quoted standards	
Addition: Explanation of provisions	

1 总 则

- 1.0.1 为在有色金属冶炼厂电力设计中贯彻国家有关法律法规和方针政策，统一有色金属冶炼厂电力设计的技术要求，保证工程质量，促进技术进步，特制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于有色金属冶炼厂新建、改（扩）建工程的电力设计。
- 1.0.3 有色金属冶炼厂电力设计应从全局出发，统筹兼顾，按企业的特点、负荷性质、用电容量和地区内电力网的供电条件，正确处理供用电的关系，合理确定设计方案。
- 1.0.4 有色金属冶炼厂电力设计应根据工程建设规模和发展规划、正确处理近期建设和远期发展的关系，以近期为主，做到远近结合。
- 1.0.5 有色金属冶炼厂电力设计中应选用安全可靠、效率高、能耗低、性能先进的电气产品。
- 1.0.6 有色金属冶炼厂电力设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

2 术 语

2.0.1 应急照明 emergency lighting

因正常照明电源失效而启用的照明。应急照明包括疏散照明、安全照明、备用照明。

2.0.2 等电位联结 equipotential bonding

各电器设备的外露可导电部分和外界可导电部分之间用导体连接,以降低其电位差的电气连接。

2.0.3 总等电位联接 main equipotential bonding

在建筑物电源线路干线处,将 PE 干线、接地干线、金属管道及建筑物金属构件等相互作用电气连接。

2.0.4 外部防雷装置 external lightning protection system

主要用于防直击雷的防护装置,由接闪器、引下线和接地装置组成。

2.0.5 内部防雷装置 internal lightning protection system

主要用于减少和防止雷电流在需防空间内产生的电磁效应的防护装置,由等电位联接系统,共用接地系统,屏蔽系统,综合布线的合理布线系统,浪涌保护器等组成。

2.0.6 共用接地系统 common earthing system

将各部分防雷装置、建筑物金属构件、低压配电保护线(PE)、等电位连接线、设备保护地、屏蔽体接地、防静电接地及接地装置等连接在一起的接地系统。

2.0.7 选择性 selectivity

断路器与连接在同一电路中的另一台短路保护装置,在短路条件下,有故障的负荷或馈电回路从电网断开,非故障回路则继续保持供电。选择性分为全选择性和部分选择性。

2.0.8 隔离器 isolator

断开位置能有效的隔离输入、输出和电源及大地之间的电位,并符合安全隔离功能要求规定的机械型开关电器。

2.0.9 计算机控制系统 computer control system

计算机控制系统由两大部分组成:

硬件系统:实现数据运算和控制系统全部设备的总称;包括中央处理器、主存存储器、输入输出控制系统和各种外围设备。

软件系统:包括系统软件、支援软件、应用软件三个部分。

2.0.10 电炉短网 electric furnace short network

从电炉变压器的低压侧出线端到电极末端之间的大电流载流体,主要包括补偿器、矩

形铜排或导电铜管、挠性软电缆、导电横臂或普通电极臂上的导电铜管、石墨电极以及以上各段之间的连接部分，如固定连接座、可动连接座、电极夹持器等部件。

2.0.11 过电流 over current

导电回路超过预定最大电流值时的电流。

2.0.12 短路 short circuit

电源未经过负载而直接由导电材料接通形成闭合回路。

2.0.13 断路 open circuit

当电路的开关没有闭合，或导线没有连接、线路在某处断开的状态（亦称开路）。

2.0.14 中性点 star point

在星形连接的三相电路中，其三个线圈(或绕组)的尾端连在一起的一点称为中性点。

由中性点引出并能用于配电的导线称为中性线。

2.0.15 保护导体 protective conductor (PE)

为了安全目的，专门用于将电气装置外界可导电金属部分与地连接的导体（线），亦称保护接地（PE）线。

2.0.16 接地 grounding

为防止电击或保护设备的安全，把电器设备的金属外壳或底座连接到地线的接线方式。

2.0.17 接地极 earth electrode

埋入土壤或特定导电介质中和大地有电接触的可导电体。

2.0.18 余热电站 waste heat power station

利用生产过程中多余的热能转换为电能的电站。

2.0.19 整流所 commutate place

安装将交流电变换为直流电设备的场所。

2.0.20 环境温度 ambient temperature

表示环境冷热程度的物理量。一般为环境和大气的热辐射温度。

3 供电与配电

3.1 负荷分级与供电电源

3.1.1 有色金属冶炼厂电力负荷应结合企业规模及在国民经济中的地位，根据其对供电可靠性的要求、中断供电所造成的损失或影响程度，分为以下三级：

1 一级负荷：

中断供电超过允许中断供电时间，将造成人身伤害，或引起重大设备损坏、重要产品大量报废、企业的连续生产流程被打乱，需要长时间才能恢复的用电或造成重大环境污染应为一级负荷。一级负荷的用电设备应符合本规范附录 A 的有关规定。

一级负荷中，中断供电将发生中毒、爆炸和火灾危险等情况的用电，大型关键设备的保安用电以及重要的计算机控制系统、通讯系统等用电，属于一级负荷中特别重要的负荷；

2 二级负荷：

大中型冶炼厂中，影响主流程正常运转的生产用电和停电后将造成环境污染的用电，除属于一级负荷者外，应为二级负荷。检修用电及停电后将造成生活用水困难的水泵、严寒地区采暖锅炉房的用电宜列为二级负荷；

3 三级负荷：

不属于一级和二级负荷者应为三级负荷。三级负荷的用电设备见本规范附录 B。

3.1.2 不同级别负荷的供电，应符合下列规定：

1 一级负荷应由两个电源供电。当一个电源故障时，另一电源应能连续供电或在不超过负荷允许的中断供电时间内恢复供电。一级负荷中特别重要的负荷，除上述两个电源外，尚应增设独立于电力网的应急电源。

应根据一级负荷允许中断供电的时间，确定备用电源手动或自动方式投入；

2 当地区供电条件允许且投资不高时，二级负荷宜由两个电源或两回线路供电。条件不具备时，也可由一回专用架空线路供电；

3 三级负荷宜由一个电源供电。

3.1.3 冶炼厂供电电源，应由地区电力系统供给。符合下列情况之一时，可设置自备发电厂：

1 偏僻地区的小型冶炼厂，由地区电力系统供电技术经济不合理时；

2 具有一级负荷的冶炼厂，从地区电力系统取得第二电源不能满足要求或技术经济不合理时。

3.1.4 有并网条件并满足供电可靠性要求时，自备电厂应与地区电力网并网运行。当外

部电力系统发生故障时，自备电厂应在预定的解列点同地区电力网解列，通过自动低频减载，维持电厂运行并对部分重要负荷供电。

3.1.5 冶炼厂的外部供电电压及供电方式，应根据其规模、用电负荷的性质及容量、送电距离及地区电力网的状况，在综合考虑企业经济效益和电网规划的条件下，与供电部门共同协商，并按下列原则确定：

1 外部供电电压：

1) 新建企业采用 10kV、35kV、66kV 或 110kV，大型冶炼厂也可采用 220kV 或 330kV。当两种电压方案经技术经济比较相差不大或企业规模有发展前景时，应优先采用较高电压供电；

2) 由两路电源供电时，宜采用同级电压，也可根据内部各电压等级负荷的不同需要及地区电网条件采用不同等级的电压供电；

2 供电方式应符合下列规定：

1) 大型冶炼厂应由两个电源供电。任一电源应能满足全部用电负荷的需要；

2) 中型冶炼厂宜由两个电源供电。主供电源应满足全部用电负荷的需要，备用电源宜满足一、二级用电负荷的需要。当地区电力网不具备双电源供电条件或技术经济论证采用双电源供电不合理时，也可采用单电源供电；

3) 小型冶炼厂宜采用单电源供电；

4) 以单电源供电或暂以单电源供电的冶炼厂，应妥善解决一级负荷用电，并合理解决重要生活设施与设备检修的用电，必要时可设置备用柴油发电机组或从邻近用户取得备用电源。

3.2 高压供配电系统

3.2.1 在设计供配电系统时，除对一级负荷中特别重要负荷供电外，不应再考虑一个电源系统检修或故障的同时，另一电源系统又发生故障的情况。

3.2.2 冶炼厂宜设一个总降压变电所。当厂区很大或具有多个分散的大容量集中负荷区，经技术经济比较合理时，亦可设置两个及以上降压变电所。

3.2.3、外部供电线路的负荷能力，应符合下列规定：

1 采用两回及以上线路时，任一回路中断供电，其余回路应能满足冶炼厂全部用电的需要；

2 采用一回线路供电时，线路系统容量选择应与降压变电所后期容量相适应。

3.2.4 降压变电所主变压器台数选择，应符合下列规定：

1 大、中型冶炼厂，主变压器应选用两台；当需要选用两台以上变压器时，应根据

技术经济比较确定；

2 小型冶炼厂，无一级负荷或虽有一级负荷但备用电源不经主变压器时可选用一台。有一级负荷且备用电源经过主变压器时，应选用两台；

3 当企业设置两个及以上降压变电所时，各变电所主变压器的台数应根据各自所带电力负荷的性质和容量确定。当设置一台时，根据需要宜在低压侧设联络线。

3.2.5 降压变电所主变压器容量选择，应符合下列规定：

1 设一台主变压器时，宜留有 25%左右的裕量；

2 设两台及以上主变压器时，应保证任一台变压器停止运行，其余变压器仍能满足全部一级和二级用电负荷的需要；

3 同一降压变电所中，主变压器的容量宜一致。

3.2.6 当降压变电所与电解整流所合建时，向整流机组和全厂动力、照明同时供电的主变压器或仅向全厂动力、照明供电的主变压器，其台数和容量的选择，亦应符合本规范第 3.2.4 和第 3.2.5 条的规定。

3.2.7 降压变电所的主接线，应按下列原则确定：

1 单回路进线的变电所，宜采用线路——变压器接线或单母线接线。当由内部系统供电且满足安全运行及继电保护要求，进线侧可只设隔离开关；

2 双回路进线的变电所，当出线为两回，宜采用桥形接线；出线为两回以上，宜采用扩大桥形接线或分段单母线接线；当出线回路较多，且母线分段停运不能保证一级负荷和正常生产所需的最低负荷时，宜采用双母线接线。变电所出线有可能增加时，不宜采用桥形接线。

3.2.8 当需限制变电所 10（6）kV 线路的短路电流时，可采用下列措施之一：

1 变压器分列运行；

2 采用高阻抗变压器；

3 在变压器回路中装设电抗器；

4 在出线回路上装设电抗器。

3.2.9 冶炼厂内部配电电压选择，应符合下列规定：

1 冶炼厂内部配电电压宜用 10kV；

2，当存在多个分散的大容量集中负荷点，可考虑采用 35kV 作为企业的配电电压，车间的低压负荷由 35/0.4（0.66）kV 变压器直接配电；

3 同一电压的配电级数不宜多于二级；

4 大、中型冶炼厂宜按生产系统设置配电所，对配置分散、供电线路较长的电动机

可采用变压器——电动机组配电。

3.2.10 配电所的电源线回路数，应符合下列规定：

- 1 具有大量一级负荷时，应由两个电源供电，其供电回路应接于不同电源的母线上；
- 2 无一级负荷且主要为二级负荷时，不应少于两回路，且应接于不同电源的母线上；
- 3 仅有三级负荷，或虽有少量一、二级负荷，而备用电源可由其他途径取得时，宜采用一回路供电。

3.2.11 由两回及以上线路供电的配电所，当任何一回路停电时，其余回路应能保证全部负荷的用电。一回路供电时，其负荷能力应与配电所最大负荷相适应。

3.2.12 10（6）kV 配电装置的主接线，宜采用单母线或分段单母线接线。当进、出线回路多或母线分段停运不能保证一级负荷和正常生产所需的最低负荷时，可采用双母线接线。

3.2.13 降压变电所主变压器二次侧 10（6）kV 总开关及母线分段开关，应采用断路器。

3.2.14 配电所的 10（6）kV 母线进线开关及分段开关的选择，应符合下列规定：

- 1 由地区电力网直接供电或由非专用线供电时，应采用断路器；
- 2 由内部系统以专用线供电时，宜采用断路器。

3.2.15 降压变电所及配电所 10（6）kV 出线宜装设断路器，符合保护和操作要求的次要回路，可装设熔断器加负荷开关。

3.2.16 断路器的电源侧和出线为架空线路或有反馈电源的电缆线路的线路侧，应装设隔离开关。接在母线上的避雷器与电压互感器，宜合用一组隔离开关。

3.2.17 向需频繁操作的高压用电设备馈电，应采用具有频繁动作性能的断路器。向高压并联电容器组馈电，应采用具有开断时不重击穿断路器。采用灭弧性能较强的快速断路器时，应根据所切合对象的不同特点设置相应的过电压吸收装置或避雷器。

3.2.18 10（6）kV 配电方式，应符合下列规定：

- 1 高压用电设备和主要生产车间的车间变压器，宜采用放射式配电；
- 2 同一车间内，需双电源供电的多台变压器，可 adopt 电缆双干线配电。需单电源供电的多台变压器，可 adopt 电缆单干线配电，干线分支不宜超过 2 个；
- 3 供电距离较远，且环境条件适于采用架空线路时，重要生产车间或多级泵站，宜采用架空双干线配电。辅助车间和生活设施宜采用单干线配电，干线分支点不宜超过 5 个。

3.2.19 车间变压器的选择，应符合下列规定：

- 1 有一级和二级负荷时，应不少于两台，且当任一台变压器停止运行时，其余变压器应能保证全部一级及二级负荷的用电需要，当仅有二级负荷时宜不少于两台；

2 仅有三级负荷，或可由低压联络线保证变压器供电区域内一、二级负荷的用电需要时，一般设一台。单台变压器宜留有 25%左右的裕量；

3 确定变压器容量时，对于有低压联络线的变压器，除考虑正常负荷外，还应计及事故情况下的外供负荷。有大容量电动机时，应进行电动机起动验算；

4 新建工程或扩建工程中与原有采用 Y, yn0 结线组别变压器的低压系统无电气联系时，应选用 D, yn11 结线组别的变压器。

3.2.20 车间变电所内变压器高压侧的开关设备，应符合下列规定：

1 干线式配电时，应装设带保护的开关设备；

2 放射式配电时，宜装设隔离开关或负荷开关，当变压器在本配电所内时，可不装设开关。

3.2.21 配电系统中性点的接地方式、接地电阻，以及电气装置保护接地的要求，应符合国家现行标准《交流电气装置的接地设计规范》GB50065 的有关规定。

3.3 无功补偿

3.3.1 有色金属冶炼厂的功率因数应符合国家标准及电力部门的有关要求。设计中应采取提高企业的自然功率因数。

3.3.2 在确定全厂的无功补偿容量时，应计入自备发电厂发电机组在正常年运转率下可能输出的无功功率；当设有谐波滤波器时，尚应计入滤波器的补偿容量。

3.3.3 无功补偿应按照分级补偿、就地平衡的原则，在各级供电系统中全面规划，合理分配和避免过补偿。

高压部分无功功率宜由高压补偿，低压部分无功功率宜由低压补偿。补偿装置应根据全厂无功补偿的需要，有选择地分散布置在相应的高、低压配电室内。符合下列情况者，亦可在车间内分散补偿。

1 配电距离较远、容量较大、负荷平稳且运行时间较长的电动机，当现场条件许可时，宜选用成套补偿电容器箱，在电动机端头进行单独就地补偿。电容器的额定电流不得超过电动机励磁电流的 90%，其馈电线和过电流保护装置整定值应按电动机——电容器组的电流确定；

2 在环境正常的车间内，对负荷平稳、容量较大的负荷点，宜采用成套集中补偿电容器箱与车间动力配电箱并列，进行低压分散补偿。

3.3.4 高压无功补偿装置宜采用不分组或分组手动投切。装有低压无功补偿装置的场所，当无功负荷相对稳定时，电容器可不分组，或分组手动投切。无功负荷明显不稳定时，应装设无功自动补偿装置，对电容器分组自动投切。当采用高、低压自动补偿装置效果相同

时，应采用低压自动补偿装置。

3.3.5 电容器分组或不分组，均应避免投切时产生谐振，且应考虑投入涌流对电容器和本回路电器的影响。无功补偿装置安装处的高次谐波含量超过规定允许值时，高压电容器组回路中应串接适当电抗率的串联电抗器，并配以相应额定电压的电容器；低压电容器组应适当加大分组的容量并采用专用投切接触器。

3.3.6 电容器组应有放电装置。电容器组与放电装置应直接连接，中间不应设置开关设备或熔断器。单台电动机的补偿电容器组可以利用电动机绕组放电。

3.3.7 10kV 及以下的无功补偿，宜选用成套电容补偿装置，其安装方式应按下列原则确定：

1 高压电容器柜应装设在单独的高压电容器室内，属于不同主变压器的屋内并联电容器之间宜设置防火隔墙；

2 密集型电容器或成套电容器装置，可根据环境条件设于户内或户外；

3 低压电容器屏宜与低压配电屏并列安装在低压配电室内。

3.3.8 无功补偿装置应符合国家现行标准《并列电容器装置设计规范》GB50227 的规定。

3.4 电能质量要求

3.4.1 正常情况下，用电设备端子处电压偏差允许值（以额定电压的百分数表示），应符合下列规定：

1 电动机为 $\pm 5\%$ ；

2 照明：

1) 一般工作场所为 $\pm 5\%$ ；

2) 远离变电所的小面积一般工作场所可为 $+5\%$ 、 -10% ；

3) 应急照明、道路照明和警卫照明为 $+5\%$ 、 -10% ；

3 其他用电设备当无特殊规定时为 $\pm 5\%$ 。

3.4.2 计算电压偏差时，应计入采取下列措施后的调压效果：

1 自动或手动调整并联补偿电容器、并联电抗器的接入容量；

2 自动或手动调整同步电动机的励磁电流；

3 改变配电系统运行方式。

3.4.3 供电系统的设计，宜采取以下措施减少电压偏差：

1 正确选择变压器的变压比和电压分接头；

2 合理减少网络阻抗；

3 合理补偿无功功率；

4 使三相负荷尽量平衡。

3.4.4 66kV 及以上电压的变电所中的降压变压器，直接向 35kV、10（6）kV 电网送电，其电压偏差不能满足要求时，应采用有载调压变压器。

3.4.5 10（6）kV 配电变压器不宜采用有载调压变压器，但在当地 10（6）kV 电源电压偏差不能满足要求，且用电单位对电压要求严格的设备，单独设置调压装置技术经济不合理时，亦可采用 10（6）kV 有载调压变压器。

3.4.6 35kV 降压变电所的主变压器，在电压偏差不能满足要求时，应采用有载调压变压器。对冲击性负荷的供电，宜采取以下措施降低冲击性负荷引起的电压波动和闪变（不包括电动机启动时允许的电压降）：

- 1 用专线供电；
- 2 与其他负荷共用配电线路时，降低配电线路阻抗；
- 3 较大功率的冲击负荷或冲击负荷群与对电压波动、闪变敏感的负荷由不同的变压器供电；
- 4 对于大功率电炉变压器，由容量较大的电网供电；
- 5 采用动态无功补偿装置或动态电压调节装置。

3.4.7 供、配电系统中各类非线性用电设备谐波危害，不仅应考虑对外部电网的影响，同时应考虑对企业内部供电系统的影响。企业内各级电压的正弦波形畸变率，宜按公用电网谐波电压限值进行校验，并应符合国家现行标准《电能质量公用电网谐波》GB/T14549 的有关要求，否则应采取相应降低谐波含量的措施。

3.4.8 企业电能质量的要求应符合国家现行标准《供配电系统设计规范》GB50052 的有关要求。

3.5 变电所与配电所

3.5.1 变电所和配电所[以下简称变（配）电所]的所址选择，应符合下列规定：

- 1 应避免高温、震动、粉尘、蒸汽、水雾、腐蚀性气体等不利影响，应设于污染源的上风侧；
- 2 靠近负荷中心；
- 3 进、出线方便；
- 4 设备运输方便；
- 5 节约用地、有较好的地形、地质条件；
- 6 不被积水淹没；
- 7 留有与生产发展相适应的扩建余地。

3.5.2 地震设防烈度为 7 度及以上的地区，变（配）电所的电气设备的安装和建构筑物，应符合国家现行标准《工业企业电气设备抗震设计规范》GB50556 的有关规定。

3.5.3 当企业具有自备电厂、大型整流所或负荷大而集中的生产车间时，变（配）电所应考虑与其合建或靠近的合理性。

3.5.4 35kV 配电装置宜采用户内配置，变压器可采用户外或户内安装。66kV～330kV 配电装置处于污秽区或场地狭窄时，应建成户内式，变压器一般户外安装。

3.5.5 高压配电装置采用户内式配置时，6kV～35kV 配电装置应优先采用具有机械连锁的“五防”功能的成套设备，当场地受限制时，66kV～330kV 配电装置可采用 SF₆ 全封闭式组合电器（简称 GIS）。

3.5.6 海拔超过 1000m 的地区，配电装置应选择适用于该海拔高度的电器和电瓷产品。

3.5.7 在湿热带地区应采用湿热带型电器产品。在亚湿热带地区可采用普通电器产品，但应根据当地实践经验采取防护措施。

3.5.8 变（配）电所的操作电源，按下列原则确定：

1 大、中型变（配）电所，当采用直流操作的断路器时，宜采用 220V 全密封免维护铅酸蓄电池组；

2 断路器数量很少的 10（6）kV 配电所和车间内单个断路器的控制，可采用交流操作。

3.5.9 变（配）电所的操作电源的直流母线，宜采用单母线或分段单母线的接线。采用分段单母线时，蓄电池应能切换至任一母线。

3.5.10 大型变（配）电所宜设两台容量相同可互为备用的所用变压器，当能从所外引入可靠的交流备用电源时，亦可只装设一台所用变压器。当 35kV 及以下的变配电所只有一回电源进线及一台主变压器时，应在电源进线断路器之前设一台所用变压器。对于小型配电所，两回所用电源均可从外部引入，不另设所用变压器。所用变压器不宜对外供电。

3.5.11 大型变电所应设调度电话和行政电话。与电力部门联系的电力调度电话的设置，应根据冶炼厂的调度方式与电力部门协商后确定。中、小型变（配）电所，应在控制室设置电力调度总机，对所属各变（配）电所和主要用电车间进行电力调度。

3.5.12 变（配）电所应根据发展需要，在平面布置上留有适当的扩建余地。10（6）kV 配电装置室，每段母线宜留有 2 个～4 个开关柜备用位置。控制室应按变（配）电所的规划容量一次建成。

3.5.13 有人值班的变（配）电所，除设控制室、配电装置室外，应根据需要设置必要的辅助用房，辅助用房的净高不宜低于 3m。

3.5.14 配电装置室和控制室内，宜采用电缆沟配线。配线数量较多时，宜设电缆夹层。电缆夹层的净空高度不宜小于 2m，但不宜大于 3m。地下水位较高时，电缆夹层不宜采用地下式配置。

3.5.15 控制室各屏间及通道宽度距离（净距），宜符合表 3.5.15 的规定：

表 3.5.15 控制室各屏间及通道宽度距离

名 称	采用尺寸（mm）	
	一般	最小
屏正面——屏正面	1800	1400
屏正面——屏背面	1500	1200
屏背面——屏背面	1000	800
屏 正 面 —— 墙	1500	1200
屏 背 面 —— 墙	1200	800
屏 边 —— 墙	1200	800
屏 边 —— 屏 边	1000	800
主要通道	1600~2000	1400

注：控制屏（台）前经常有人值班时屏（台）正面与墙净距不宜小于 3000mm。

3.5.16 控制室顶棚到地面的净高，不宜低于 3.5m。

3.5.17 高压配电室内各种通道的宽度（净距），宜符合表 3.5.17 的规定：

表 3.5.17 高压配电室内各种通道的宽度

开关柜布置方式	柜后维护通道 （mm）	柜 前 操 作 通 道（mm）	
		固 定 式	手 车 式
单 排 布 置	800~1000	1500~2000	单车长度+（1200~1400）
双排面对面布置	800~1000	2000~2500	双车长度+（900~1100）
双排背对背布置	1000~1200	1500~2000	单车长度+（1200~1400）

注：1 通道宽度在建筑物的墙面遇有柱类局部凸出时，凸出部位的通道宽度可减少 200mm。

2 固定式开关柜为靠墙布置时，柜后与墙净距应大于 50mm，侧面与墙净距应大于 200mm。

3 手车式开关柜的手车不需就地检修时，柜前通道宽度可适当减少。

4 当柜后墙上设有隔离开关，需就地操作时，柜后通道净宽不应小于 1500mm。

5 如开关柜后面有进（出）线附加柜时，柜后维护通道应从其附加柜算起。

6 对于可实现柜前维护的手车式开关柜，靠墙安装时柜后与墙面净距应大于 50mm。背靠背安装时，柜后净距应大于 50mm。

3.5.18 户内成套配电装置及联络母线上方距梁底净距，当电压为 6kV~10kV 时，不应小于 500mm，电压为 35kV 时，不应小于 900mm。

3.5.19 冶炼厂车间变电所，宜采用户内式配置，尽量与低压配电室毗邻；其位置应避免

震动、高温、多尘、蒸汽及腐蚀严重的场所，不得靠近易冒槽的贮槽和设置在各种溶液槽和厕所、浴室或其他经常积水场所的楼板下；应尽量避免工艺管道从上部楼面或通风窗的一侧通过。当上述条件难以达到时，可在车间附近设独立式变电所或箱式变电站。

车间内设置的变压器宜采用干式变压器。

3.5.20 车间变电所变压器室的土建结构，宜按加大一级或按近期可能增加的最终容量考虑。

3.5.21 当成排布置的配电屏长度大于 6 m 时，屏后面的通道应设有两个出口。当低压配电装置两个出口之间的距离超过 15 m 时应增加出口。

3.5.22 变电所与配电所的设计应符合国家现行标准《35~110kV 变电所设计规范》GB50059、《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB50060 以及《10kV 及以下变电所设计规范》GB50053 的有关规定。

3.6 继电保护与自动装置

3.6.1 继电保护和自动装置的设计应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。保护装置的接线回路应简单可靠，运行维护方便。

3.6.2 继电保护和自动装置应能快速地切除短路故障和恢复供电。对相邻设备和线路有配合要求的保护，前后两级之间的灵敏性和动作时间应相互配合。

3.6.3 新建变（配）电所应采用微机综合自动化系统，对老变（配）电所宜采用微机综合自动化系统进行改造，对保护、控制、测量、信号、直流电源，远方调度等功能进行在线监控。

66kV~110kV 及以上变（配）电所断路器及变压器微机保护和测控装置采用集中组屏方式的屏（箱）宜安装在机房或主控制室。

6kV~35kV 的变（配）电所微机保护及测控装置宜就地安装在开关柜上。

3.6.4 对 800kVA 及以上和车间内 400kVA 及以上的油浸式变压器应装设瓦斯保护，有独立油箱的有载调压变压器分接开关箱，亦应单独装设瓦斯保护。

轻瓦斯保护应瞬时动作于信号，重瓦斯保护应瞬时动作于断开变压器各侧断路器；当变压器安装处电源侧无断路器，且距上级电源专用断路器较远时，可动作于信号并应断开线路出线侧断路器。

对于 1250kVA 及以下容量的全密封油浸式变压器，可根据制造厂家的结构特点和技术要求，决定瓦斯保护设置方案，当不装瓦斯保护的情况下，宜考虑设置“压力释放”报警或跳闸。

3.6.5 对变压器引出线、套管及内部的短路故障，应装设相应的保护装置，并应符合下

列规定：

- 1 电压为 10kV 及以下、容量为 10000kVA 以下单独运行的变压器，应采用电流速断保护；
- 2 电压为 10kV 以上、容量为 10000kVA 及以上单独运行的变压器，以及容量为 6300kVA 及以上并联运行的变压器，应采用纵联差动保护；
- 3 容量为 10000kVA 以下单独运行的重要变压器可装设纵联差动保护；
- 4 电压为 10kV 的重要变压器或容量为 2000kVA 及以上的变压器，当电流速断保护灵敏度不符合要求时，宜采用纵联差动保护；
- 5 容量为 400kVA 及以上、一次电压为 10kV 及以下，且绕组为三角—星形连接的变压器可采用两相三继电器式的电流速断保护；
- 6 纵联差动保护和电流速断保护应瞬时动作于断开变压器各侧断路器。

3.6.6 对变压器外部相间短路引起的变压器过电流，一般采用过电流保护作为后备保护，当灵敏性不符合要求时，宜装设复合电压或低电压起动的过电流保护，保护装置应带时限动作于跳闸。

3.6.7 400kVA 及以上变压器，当多台并列运行或单台独立运行并作为其他负荷的备用电源时，应根据可能过负荷的情况装设过负荷保护。

过负荷保护采用单相式，带时限动作于信号，在经常无值班人员的变电所，必要时可动作于跳闸或断开部分负荷。

3.6.8 一次电压为 10（6）kV、容量在 400kVA 及以上，低压侧中性点直接接地的变压器，对低压侧单相接地短路应按灵敏性要求，选择下列保护方式并带时限动作于跳闸：

- 1 变压器结线组别为 Y，yn0 时，应符合下列规定：
 - 1) 利用高压侧的过电流保护时，保护装置宜采用三相式；
 - 2) 在低压侧中性线上装设零序电流保护；
 - 3) 在低压侧装设三相过电流保护。
- 2 变压器结线组别为 D，yn11 时，应符合下列规定：
 - 1) 当灵敏度符合要求时，可利用高压侧的过电流保护；
 - 2) 在低压侧中性线上装设零序电流保护；
 - 3) 在低压侧装设三相过电流保护。

3.6.9 以 10（6）kV 干线配电，容量为 1250kVA 及以下的变压器，在满足生产要求并符合保护性能时，可采用高压熔断器作为电流速断、过电流、过负荷保护。

当容量为 800kVA～1250kVA 时，应加装负荷开关配合使用；容量为 630kVA 及以下时，

可直接采用跌开式熔断器或隔离开关切合空载电流，必要时亦可加装负荷开关配合使用。

3.6.10 35kV 供电的小型变电所，在满足生产要求并符合保护性能时，变压器一次侧可采用跌开式熔断器作为电流速断、过电流、过负荷保护，必要时宜加装隔离开关以利维修和切合变压器空载电流。

3.6.11 电力线路的相间短路保护，应符合下列规定：

1 由电流继电器构成的保护装置应接于两相电流互感器上，且同一网络的所有线路均应装于相同的两相上；

2 保护装置应采用远后备方式；

3 如线路短路使发电厂厂用母线或重要用户母线电压低于额定电压的 60%，以及线路导线截面过小，不允许带时限切除短路时，应快速切除故障；

4 6kV~10kV 线路过电流保护的时限不大于 0.5s~0.7s 时，且无本条 3 款所列的情况，或无配合上的要求时，可不装设瞬动电流速断保护。

3.6.12 对电力线路的相间短路，应按下列规定装设保护装置：

1 10（6）kV 线路：

1) 对单侧电源线路，可装设两段电流保护，第一段应为不带时限电流速断保护；第二段应为带时限电流速断保护。两段保护均可采用定时限或反时限特性的继电器。重要的短线路（包括线路——变压器和线路——电动机组），当装设上述保护不能满足选择性、灵敏性或速动性要求时，可采用纵联差动保护作主保护，以电流保护作后备保护。带电抗器的线路，当断路器不能切断电抗器前的短路时，不应装设电流速断保护，此时，应由母线保护或其他保护切除电抗器前的故障。保护装置应仅在线路的电源侧装设；

2) 对双侧电源线路，可装设带方向或不带方向的电流速断和过电流保护，对 1km~2km 的短线路，当装设上述保护不能满足选择性、灵敏性或速动性要求时，应采用光纤纵联差动保护作主保护，以带方向或不带方向的电流保护作后备保护；

3) 对并列运行的平行线路，可装设横联差动保护作主保护，以接于两回线电流之和的电流保护作为两回线同时运行的后备保护及一回线断开后的主保护及后备保护；

4) 10（6）kV 经低电阻接地单侧电源线路，除应配置相间故障保护外，还应配置零序电流保护。零序电流保护应设两段，第一段应为零序电流速断保护，时限应与相间速断保护相同；第二段应为零序过电流保护，时限应与相间过电流保护相同。当零序电流速断保护不能满足选择性要求时，也可配置两套零序过电流保护。零序电流可取自三相电流互感器组成的零序电流滤过器，也可取自加装的独立零序电流互感器。参数整定应根据接地电阻值、接地电流大小值确定。

2 35kV~66kV 线路:

1) 对单侧电源线路,可采用一段或两段电流速断或电压闭锁过电流保护作主保护,带时限过电流保护作后备保护;

当线路发生短路时,使发电厂厂用母线或重要用户母线电压低于额定电压 60%时,应快速切除故障。

2) 对双侧电源线路,可装设带方向或不带方向的电流电压保护。当采用电流电压保护不能满足选择性、灵敏性或速动性要求时,对不超过 3km~4km 的短线路可采用光纤纵联差动保护作主保护,对长线路采用距离保护;以带方向或不带方向的电流电压保护作后备保护;

3) 对并列运行的平行线路,可装设横联差动保护作主保护,并应接于两回线电流之和的电流保护作为两回线同时运行的后备保护及一回线断开后的主保护及后备保护;

4) 经低电阻接地单侧电源线路,可装设一段或两段三相式电流保护,作为接地故障的主保护,装设一段或两段零序电流保护,作为接地故障的后备保护。

3.6.13 对 6kV~66kV 中性点非直接接地网络的单相接地故障,应按下列规定装设保护装置:

1 在变(配)电所高压母线上,应装设单相接地监视装置,反应于零序电压,动作于信号;

2 在变(配)电所高压母线的引出线上,宜装设有选择性的单相接地保护装置,保护装置应动作于信号或动作于跳闸;

3 对于出线回路不多的 10(6)kV 配电所,可用依次断开线路的方法,寻找接地故障;

4 经低电阻接地单侧电源线路,应装设一段或两段零序电流保护。

3.6.14 电缆线路或电缆架空混合线路,应装设过负荷保护。保护装置宜带时限动作于信号;当危及设备安全时,可动作于跳闸。

3.6.15 6kV~110kV 母线保护,应按下列原则配置:

1 当采用单母线接线或采用分段单母线接线分段运行时:

1) 由企业内部系统供电时,一般采用电源进线、变压器或发电机的后备保护来实现母线保护,仅在分段断路器设置电流速断保护。分段断路器速断保护仅在分段断路器合闸瞬间投入,应能快速切除充电合闸母线上的故障。合闸后保护应自动退出;

2) 由地区电网供电时,母线保护的设置方式应与电力部门协商确定。

2 对于发电厂和重要变电所的分段母线和双母线,在下列情况下应装设专用母线保

护：

1) 需要快速而有选择地切除一段或一组母线上的故障，以保证发电厂安全运行和重要负荷的可靠供电时；

2) 当线路不允许切除线路电抗器前的短路时。

3.6.16 并联补偿电容器装置应按下列规定装设保护装置：

1 对电容器组和断路器之间连接线的短路，可装设带短时限的电流速断和过电流保护，动作于跳闸；

2 对电容器内部故障及其引出线的短路，宜对每台电容器分别装设专用的熔断器。熔断器熔丝的额定电流可为电容器额定电流的 1.5 倍~2.0 倍。

3 为避免电容器组中部分故障电容器被切除后，引起剩余电容器组端电压超过 105% 额定电压时，保护应带时限动作于信号，过电压超过 110% 额定电压时，保护应将整组电容器断开，按电容器组的不同接线，分别采用下列保护方式之一：

1) 中性点不接地单星形接线的电容器组，可装设中性点电压不平衡保护；

2) 中性点接地单星形接线的电容器组，可装设中性点电流不平衡保护；

3) 中性点不接地双星形接线的电容器组，可装设中性点间电流或电压不平衡保护；

4) 中性点接地双星形接线的电容器组，可装设中性点回路电流差的不平衡保护；

5) 多段串联单星形接线的电容器组，可装设段间电压差动或桥式差电流保护；

6) 三角形接线的电容器组可装设零序电流保护。

4 不平衡保护应带有短延时的防误动措施；

5 电容器组单相接地故障，可利用电容器组所连接母线上的绝缘监察装置检出；当电容器组所连接母线有引出线时，可装设有选择性的接地保护，并应动作于信号；必要时，保护应动作与跳闸。安装在绝缘支架上的电容器组，可不装设单相接地保护；

6 安装在大型整流设备附近的电容器组，如无限制高次谐波的措施而可能使电容器组过负荷时，宜装设过负荷保护。保护装置可带时限动作于信号或跳闸；

7 电容器组应装设过电压保护，并应带时限动作于信号或跳闸；

8 电容器组应装设失压保护，并应带时限动作于跳闸。

3.6.17 对电动机的定子绕组及引出线的相间短路，应按下列规定装设相应的保护装置：

1 2000kW 及以上的电动机，应装设纵联差动保护；

2 2000kW 以下的电动机，宜装设电流速断保护，当电流速断灵敏性不符合要求时，应装设纵联差动保护；

3 上述保护装置应动作于跳闸，对于有自动灭磁装置的同步电动机保护装置还应动

作于灭磁；

4 作为纵联差动的后备，宜装设过电流保护，并应延时动作于跳闸。具有自动灭磁装置的同步电动机，保护装置尚应延时动作于灭磁。

3.6.18 对电动机单相接地故障，当接地电流大于或等于 5A 时，应装设有选择性的单相接地保护装置；当接地电流小于 5A 时，可装设接地检测装置。

单相接地电流为 10A 及以上时，保护装置应动作于跳闸；单相接地电流为 10A 以下时，保护装置可动作于信号。

3.6.19 下列电动机应装设过负荷保护：

1 生产过程易发生过负荷的电动机，保护装置应根据负荷特性带时限动作于信号或跳闸；

2 起动或自起动困难，需要防止起动或自起动时间过长的电动机，保护装置应动作于跳闸。

3.6.20 下列电动机应装设低电压保护：

1 当电源电压短时降低或短时中断后，根据生产过程不允许或不需要自启动的电动机，以及为了保证重要电动机自启动而需要断开的次要电动机应装设低电压保护，保护装置一般带 0.5s 时限，保护动作电压为额定电压的 65%~70%，动作于跳闸；

2、需要自启动，但为保证人身和设备安全，在电源电压长时间消失后，需从电网中自动断开的电动机需装设低电压保护，保护装置一般带 9s 时限，保护动作电压为额定电压的 45%~50%，动作于跳闸。

以上 1、2 款保护装置具体的动作电压值和时限尚应与同一配电系统的其他保护装置和自动装置协调配合。

3.6.21 同步电动机应装设下列保护：

1 失步保护

失步保护带时限动作，对于重要电动机应动作于再同步控制回路，不能再同步或根据生产过程不需要再同步的电动机保护装置应动作于跳闸；

2 失磁保护

保护装置应带时限动作于跳闸；

3 对 2000kW 及以上和不允许非同步冲击的同步电动机，应装设防止电源短时中断再恢复时造成非同步冲击的保护，保护装置应确保在电源恢复前动作。对于重要电动机，应动作于再同步控制回路。不能再同步或根据生产过程不需要再同步的电动机，保护装置应动作于跳闸；

4 对 2000kW 及以上重要电动机，可装设负序电流保护，保护装置应动作于跳闸或信号。

3.6.22 向厂区外部配电的高压架空线路，如用电设备允许且无备用电源自动投入时，宜装设线路自动重合闸装置。

3.6.23 向一级负荷配电或向生产连续性强的主要车间配电的变（配）电所，有必要时可装设备用电源自动投入装置。

3.6.24 线路自动重合闸和备用电源自动投入装置，应与系统的电源情况（单侧电源或双侧电源）、供电线路的结构及运行方式（单回路运行或双回路并列运行）以及继电保护要求配合动作。对不需要和不允许自起动的受电设备，在自动装置投入以前应及时切除。

配置自动投入母联装置，应考虑电源进线与负载容量的配合，必要时考虑自动投入前，先启用“失压减载”退出部分次要负荷后，再自动投入母联。

3.6.25 当变（配）电所由受电侧备用电源线路的断路器、母线分段断路器或内桥断路器实现备用电源自动投入时，为避免上述断路器合闸在故障元件上，宜采取闭锁措施或能加速跳闸。

3.6.26 电力系统要求在事故情况下对冶炼厂减负荷时，应装设自动低频减载装置，并应符合下列原则：

- 1 按频率和时间分轮切除，首先切除次要负荷；
- 2 在满足低频自动减载切除部分负荷的情况下，仍应保证一级负荷和部分二级负荷供电，尽可能使企业维持部分生产。

3.6.27 工业企业的变（配）电所，宜装设与该企业中央控制室联系的有关信息装置。

3.6.28 当采用微机综合自动化装置时，二次回路应采取下列抗干扰的措施：

- 1 在电缆敷设时，应首先充分利用自然屏蔽物的屏蔽作用；
- 2 采用屏蔽电缆，屏蔽层应在一端接地；
- 3 强电和弱电回路，不应合用同一根电缆；
- 4 保护用电缆与电力电缆，不宜同层敷设；
- 5 保护用电缆的敷设路径，宜避开高压母线及高频暂态电流的入地点。

3.6.29 继电保护的设计应符合国家现行标准《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062 的规定。

3.7 电测量仪表装置

3.7.1 本节适用于固定安装在屏（柜）上的电气指示（记录）仪表及与仪表配用的互感器等器件。

3.7.2 电测量装置的准确度等级，应符合下列规定：

- 1 指针式交、直流仪表不应低于 1.5 级；
- 2 经变送器二次测量的指针式直流仪表不应低于 1.0 级；
- 3 数字式仪表不应低于 0.5 级；
- 4 计算机监控系统的测量部分不应低于 0.5 级。

3.7.3 电测量装置配用器件的准确度等级，应符合下列规定：

- 1 1.5 级的电测量装置，应配用不低于 1.0 级的互感器；
- 2 0.5 级和 1.0 级的电测量装置，应配用不低于 0.5 级的互感器；
- 3 电量变送器、分流器的准确等级不应低于 0.5 级；
- 4 中间互感器的准确等级不应低于 0.2 级。

3.7.4 在 500V 及以下的直流回路中，电流表或电压表可准确等级不应低于采用直接接入和经分流器或附加电阻接入；500V 以上的直流回路中，电流表或电压表宜经传感器或变送器接入，当被测电流太大、传输距离较远或控制需要用传感器或变送器作反馈信号时，则测量仪表应经传感器或变送器接入。

3.7.5 电能计量装置应符合下列规定：

1 月平均用电量 5000MW·h 及以上或变压器容量为 10MVA 及以上的高压计费用户、200MW 及以上的发电机或发电/电动机、发电企业上网电量、电网经营企业之间的电量交换点，以及省级电网经营企业与其供电企业的供电关口计量点的电能计量装置，应为 I 类电能计量装置；

2 月平均用电量 1000MW·h 及以上或变压器容量为 2MVA 及以上的高压计费用户、100MW 及以上的发电机或发电/电动机，以及供电企业之间的电能交换点的电能计量装置，应为 II 类电能计量装置；

3 月平均用电量 100MW·h 以上或负荷用量为 315kVA 及以上的计费用户、100MW 以下的发电机、发电企业厂（站）用电量、供企业内部用于承包考核的计量点、考核有功电量平衡的 110kV 及以上电压等级的送电线路、以及无功补偿装置的电能计量装置，应为 III 类电能计量装置；

4 负荷用量为 315kVA 以下的计费用户、发供电企业内部经济技术指标分析，以及考核用的电能计量装置，应为 IV 类电能计量装置；

5 单相电力用户计费用电能计量装置，应为 V 类电能计量装置。

电能计量装置的准确度不应低于表 3.7.5 的规定：

表 3.7.5 电能计量装置的准确度要求

电能计量装置类别	准确度（级）			
	有功电能表	无功电能表	电压互感器	电流互感器
I 类	0.2S	2.0	0.2	0.2S 或 0.2
II 类	0.5S	2.0	0.2	0.2S 或 0.2
III 类	1.0	2.0	0.5	0.5S
IV 类	2.0	2.0	0.5	0.5S
V 类	2.0	—	—	0.5S

注：0.2 级电流互感器仅用于发电机计量回路。

3.7.6 常用电气测量仪表和电能表与继电保护装置共用电流互感器时，应将测量仪表和电能表连接在一个二次绕组上，继电保护装置单独接在另一个二次绕组上，当继电保护所要求的电流互感器变比不能符合测量仪表和电能表的要求，且条件允许时，应尽量分开接用单独的电流互感器。

当受条件限制，测量仪表和保护或自动装置共用电流互感器的同一个二次绕组时，应将保护或自动装置接在测量仪表之前；共用电压互感器的同一个二次绕组时，应选用保护用电压互感器，保护或自动装置和测量仪表应分别经各自的熔断器或断路器接入。

3.7.7 互感器变比和仪表测量范围的选择，宜满足电力装置回路在正常最大负荷运行时，指示仪表的指示在标度尺工作部分的 2/3 以上，经电流互感器接入的电能表，其标定电流不宜低于电流互感器额定二次电流的 30%（S 级为 20%），额定最大电流为额定二次电流的 120%左右。

3.7.8 对有可能过负荷运行的电力装置回路，仪表的测量范围宜留有适当的过负荷裕度。对起动电流大且时间较长的电动机或运行过程中可能出现短时冲击电流的电力装置回路，宜采用具有过负荷标度的电流表。

3.7.9 无功补偿装置的测量仪表量程应满足设备允许通过的最大电流和允许耐受的最高电压的要求。并联电容器组的电流测量应按并联电容器组持续通过的电流为其额定电流的 1.35 倍设计。

3.7.10 在双方向送、受电的回路中，有必要分别计量送、受电量时，应装设双方向有功无功电能表。

3.7.11 当电力用户用电计量点设在冶炼厂变（配）电所内时，电能计量表的设置，应符合下列规定：

- 1 执行功率因数调整电费的用户，应装设具有计量有功电能，感性和容性无功电能功能的电能计量装置；
- 2 按最大需量计收基本电费的用户，应装设具有最大需量功能的电能表；

3 实行分时电价的用户，应装设复费率电能表或多功能电能表。

3.7.12 变（配）电所常用电气测量仪表与计量仪表的数据采集，宜符合表 3.7.12 的规定：

表 3.7.12 变（配）电所常用电气测量及计量仪表数据采集选择表

回路名称	电流	电压	有功功率	无功功率	功率因数	有功电能	无功电能	备注
35kV~110kV~330kV								
进线	1		1			1	1	
母线		3（4）						1
母线分段或联络断路器	1							
主变压器一次侧	1		1	1		1	1	
主变压器二次侧	1		1	1		1	1	2 3
馈出线	1		1	1		1	1	
6kV~10kV								
进线	1					1	1	4
母线（每段）		4						5
母线分段或联络断路器	1							
联络线	1		1			1		6
馈出线	1		1			1	1	
消弧线圈	1							
配电变压器或整流变压器	1		1			1	1	
电弧炉变压器	3	1	1		1	1	1	
同步电动机	1			1	1	1	1	
感应电动机	1					1		
并联电容器	3	1		1			1	

注：1 中性点有效接地的系统测量三个线电压，中性点非有效接地的系统测量一个线电压和三个相电压。

2 双绕组变压器可只测一侧电气量，三绕组变压器需测量三侧电气量。

3 当变压器带有大量电炉负荷时，可测量三相电流值。

4 当配电所直接由企业降压变电所专线供电时，不测量有功和无功电能。

5 一个用来通过切换开关检查线电压，三个作为母线绝缘监视。

6 测量电能只在线路的一端进行，应有双向计量功能。

3.7.13 变（配）电所采用微机监控系统时，10（6）kV 馈电线路可不装设多功能电力仪表。但母线电压互感器柜上，根据工程需要，宜装设指针式或数字式电压表。

3.7.14 变（配）电所采用微机监控系统时，10（6）kV 电动机的馈电线路，在开关柜上

可不装设多功能电力仪表，在机旁操作箱上应装设指针式或数字式电流表。

3.7.15 变（配）电所测量仪表与计量仪表应符合国家现行标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T50063 的规定。

3.8 防火与蓄油设施

3.8.1 户内配电装置的母线分段处，应有防火隔板或隔墙。户内电缆应根据本规范 5.2 节的规定，采取防火措施。

3.8.2 油量超过 100kg 的户内油浸变压器，应装设在单独的房间内，并应设置灭火设施。

3.8.3 油量为 2500kg 及以上的户外油浸变压器之间的最小防火净距应符合表 3.8.3 的规定：

表 3.8.3 油量为 2500kg 及以上的户外油浸变压器之间的最小防火净距

电压等级（kV）	最小防火净距（m）
≤35	5
63	6
110	8

油量为 2500kg 及以上的户外油浸变压器之间的防火间距不能满足表 3.8.3 的要求时，应设置防火墙。

防火墙的耐火极限不宜小于 4h。防火墙的高度应高于变压器的油枕，其长度应大于变压器储油池两侧各 1000mm。

3.8.4 户内单台电气设备的油量大于 100kg 时，应设置储油设施或挡油设施。挡油设施的容积应按容纳 20%油量设计，并应有将事故油排至安全处的设施；当不能满足上述要求时，应设置能容纳 100%油量的储油设施。

排油管的内径不应小于 150mm，管口应加装铁栅滤网。

3.8.5 户外单台电气设备的油量大于 1000kg 时，应设置储油或挡油设施。当设置有容纳 20%油量的储油或挡油设施时，应将油排至安全处所，且不应引起污染危害。

当不能满足上述要求时，应设置能容纳 100%油量的储油或挡油设施。储油和挡油设施应大于设备外廓每边各 1000mm，四周应高出地面 100mm。储油设施内应铺设卵石层，卵石厚度不应小于 250mm，卵石直径为 50mm～80mm。

当设置有油水分离措施的总事故储油池时，储油池容量按最大一个油箱容量的 60%确定。

3.8.6 生产建（构）筑物侧墙外 5m 以内布置油浸变压器或可燃介质电容器等电气设备时，该墙在设备总高度加 3m 的水平线以下及设备外廓两侧各 3m 的范围内，不应设有门窗、洞

口；建筑物外墙距设备外廓 5m~10m 时，在上述范围内的外墙可设甲级防火门，设备高度以上可设防火窗，其耐火极限不应小于 0.9h。

3.8.7 在防火要求较高的场所，有条件时宜选用非油绝缘的电气设备。

3.9 对相关专业的要求

3.9.1 变（配）电所的建筑物应符合下列规定：

1 变（配）电所应防止所内积水。其室内地坪较室外地坪一般应高出 200mm~300mm 以上；

2 油浸变压器室的耐火等级为一级。控制室、配电装置室、电容器室、蓄电池室、电缆沟、电缆室的耐火等级不应低于二级。检修室、工具材料室的耐火等级不应低于三级。油浸变压器室引至配电室的出线洞必须封闭严实，穿墙隔板应用非燃材料制作；

3 炎热地区的控制室、配电装置室、电容器室和蓄电池室等的屋面应有隔热层，房屋宜适当加高加宽。控制室和电容器室应避免西晒。寒冷地区控制室、配电装置室、电容器室的屋面应设保温层；

4 车间内油浸变压器室、配电装置室必须设防火门，油浸变压器室的门应为甲级防火门，配电装置室通往车间的门应为乙级防火门，通往车间外的门应为丙级防火门，并应向外开启。防火门应装设弹簧锁，严禁使用门闩。相邻配电装置室之间有门时，应采用由不燃材料制作的双向弹簧门；

5 控制室应尽量自然采光。配电装置室，宜设不能开启的自然采光窗，但在烟尘严重的地段和临街面，不宜设采光窗。采光窗窗台距室外地坪不宜低于 1.8m；

6 变（配）电所经常开关的门、窗不宜直通相邻的酸、碱、烟尘、蒸汽和噪声严重的生产车间，否则应设门斗并采取密封措施。与上述车间相通的孔洞、沟道应严密封堵。靠近上述车间和多风沙地区的控制室应设双层窗；

7 控制室、配电装置室和电容器室等应有防止雨雪、小动物从可开启的门、窗或电缆沟等孔洞进入的措施。在鼠害严重地区，门、窗及孔洞的堵料应能抵御鼠害的破坏；

8 变（配）电所内，除室内具有裸露带电体的配电装置室、变压器室、电容器室的顶棚和变压器室的内墙面只需刷白外，其他各处的内墙面，均应抹灰刷白。控制室地面以上 2m 高度内的墙裙宜刷油漆；

9 大中型变（配）电所的控制室宜采用防静电地面。小型变（配）电所控制室可采用水泥压光；

10 在地震设防烈度为 7 度及以上的变（配）电所，其主要建构筑物，应采取必要的抗震措施，应符合国家现行标准《工业企业电气设备抗震设计规范》GB50556 的规定。

3.9.2 变（配）电所的采暖和通风，应符合下列规定：

1 控制室、配电装置室，宜采用自然通风，周围环境污秽时宜采用机械通风；

2 配电装置室采用机械通风时，应利用事故排烟机，其换气次数每小时不应少于 6 次。事故排烟机的开关，应设在配电装置室外便于操作的地方；

3 变（配）电所夏季室内最高温度：控制室不宜超过 28℃，配电室和电容器室不宜超过 40℃，变压器室不宜超过 45℃，电抗器室不宜超过 55℃。在采暖地区，有人值班的控制室、休息室，冬季应进行采暖，室内温度不应低于 18℃，配电室的最低温度不应低于 5℃。当电气设备对环境有特殊要求时，温度、湿度应能满足设备的使用要求，必要时，应采用空调措施；

4 采用机械通风时，通风管道应采用非燃材料制作，周围环境污秽时，宜加空气过滤器；

5 装有六氟化硫（SF₆）设备的配电装置的房间，其排风系统应有底部排风口；

6 采暖装置宜用钢管焊接，且不应有法兰、螺纹接头、阀门等；

7 变（配）电所的采暖通风设计应符合国家现行标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB50019 的有关规定。

3.9.3 变压器室、配电装置室、电容器室和控制室内，不应有与其无关管道和线路通过。

3.9.4 变压器室、配电装置室、电容器室和控制室等不应设在厕所、浴室厨房或其他经常积水场所的正下方，且不宜与上述场所贴邻。如果贴邻，相邻隔墙应做无渗漏、无结露等防水处理。

3.9.5 变（配）电所、电容器室、控制室的电缆沟（室）应有防水及排水措施。

3.9.6 有人值班的变（配）电所，应在所内或附近设置卫生间和给排水设施。

3.9.7 变（配）电所区场地宜进行绿化，绿化规划应与周围环境相适应，严防绿化物影响电气设备的安全运行。

3.9.8 变（配）电所内，为满足消防要求的主要道路宽度，不应小于 4m。主要设备运输的道路宽度可根据运输要求确定，并应具备回车条件。

4 余热电站

4.1 一般规定

4.1.1 本章适用于有色金属冶炼厂余热电站的电力设计。

4.1.2 电站规模、站址、机组的选择，以及厂房内设备的配置应按废气、余热的容量，与工艺、热机专业协调、综合考虑确定。

4.2 电气部分

4.2.1 电站应设置单独的主控制楼（室），主控制室的面积，应按规划容量设计，并在第一期工程中一次建成。主控制楼（室）应靠近电站的主厂房。

4.2.2 一期工程屏台的布置，应按远景规划确定屏间距离和通道宽度，以满足分期扩建和运行维护、调试方便的要求。

4.2.3 发电机的额定电压应根据发电机容量的大小、企业配电电压，进行综合技术经济比较确定，一般采用 10.5kV 或 6.3kV。

4.2.4 电站的主接线宜采用单母线或单母线分段。

4.2.5 发电机的引出线宜采用电缆沿电缆沟或电缆桥架铺设。

4.2.6 当单相接地故障电容电流不大于 4A 时，10.5（6.3）kV 发电机中性点应采用不接地系统。当单相接地故障电容电流大于 4A 时，发电机中性点宜采用消弧线圈或高电阻接地系统。

4.2.7 接在发电机母线上的避雷器和电压互感器，宜合用一组隔离开关。接在发电机中性点的避雷器，不宜装设隔离开关。

4.2.8 隔离开关与相应的断路器和接地刀闸之间，应装设闭锁装置。

4.2.9 为保证发电机运行稳定和电压质量，宜装设自动电压调整器。

4.2.10 发电机的继电保护和自动装置，应符合国家现行标准《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062 以及《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T14285 的有关规定。

4.2.11 电站的电气测量、电能计量仪表设计，应符合国家现行标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T50063 的有关规定。

4.2.12 发电机的远方测温装置宜装在汽轮机的控制屏上。

4.2.13 电站的过电压保护和接地应符合国家现行标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB50064 和《交流电气装置的接地设计规范》GB50065 的有关规定。

4.2.14 电站发电机与企业电网并网时，应选定并网点，宜采用准同步并网方式。

4.2.15 电站的容量一般较小，可直接用发电机的母线电压与企业的 6kV～10kV 配电系统

相连接。

4.2.16 电站的站用电，宜设一台站用变压器，变压器接于发电机电压母线上，并从站外引入可靠的交流备用电源。

4.2.17 当电站内采用直流操作的断路器时，宜采用 220V 全密封免维护铅酸蓄电池组作为断路器的合、分闸操作电源。同时也作为电站的事故照明电源。计算蓄电池容量时，应留有裕度，交流站用电事故停电时间应按 1h 计算。

4.2.18 电站的起动电源，可从企业电网引接专用线路供给。该线路也可作为电站投入运行后的备用电源。

4.2.19 电站的电气设计尚应符合国家现行标准《小型火力发电厂设计规范》GB50049 的有关规定。

4.3 对相关专业的要求

4.3.1 电站建筑物的耐火等级油浸变压器室应为一级，其他建筑物为二级。机房、主控室应有两个直接通向室外的出口（平台），其中一个出口的大小应满足搬运电气设备的要求。机组设于楼上时，应预留吊装孔。

4.3.2 屋面应有保温、隔热及良好的防水、排水措施，平屋顶应有必要的坡度，一般不设女儿墙，屋檐防止雨水沿墙流下。

4.3.3 机房、主控室内墙面采用抹灰刷白或乳胶漆面 888 仿瓷涂料，地面采用水泥抹面压光、防滑地砖或大理石。

4.3.4 机房、主控室、低压配电室应尽量自然采光，能开启的窗应设纱窗，在寒冷或多尘的地区采用双层玻璃窗。

4.3.5 变压器室的通风窗应采用百叶窗内加铁丝网，防止雨雪和小动物进入。

4.3.6 机房、主控室、低压配电室的门允许用木制防火门往外开，鼠害严重地区内侧包铁皮，通向室外的门应设金属纱门，门槛处应设高度不低于 500mm 防鼠金属挡板，油浸变压器室的门采用铁门。干式变压器室的门可采用非防火门，均向外开。

4.3.7 电缆沟、电缆室用水泥抹光，并应采取防水、排水措施。室内电缆沟宜采用花纹钢盖板。

4.3.8 电站配电装置的抗震设计应符合国家现行标准《工业企业电气设备抗震设计规范》GB50556 的有关规定。

4.3.9 电站各建筑物的各房间宜采用自然通风，变压器室的自然通风不满足要求时，应设机械通风。

4.3.10 电站的主控室，宜设空调装置。

4.3.11 站内应设置供排水设施和卫生间。

4.3.12 站内为满足消防要求的主要道路宽度不应小于 4m，主要设备运输道路的宽度，可根据运输要求确定，并应具备回车条件。

4.3.13 电站应根据企业的管理模式设置调度电话和行政电话，是否设置与电力部门联系的电力调度电话，根据企业的调度方式与电力部门协商后确定。

5 厂区线路

5.1 一般规定

5.1.1 本章适用于厂区内车间建筑物外部的电气线路。其中 6kV~35kV 配电线路称为高压配电线路，1kV 以下配电线路称为低压配电线路。

5.1.2 冶炼厂厂区内，一般情况下应采用电缆线路。线路较长、走廊和环境条件许可时，亦可采用架空线路。

5.1.3 导线、电缆和母线截面的选择，应符合下列规定：

- 1 线路导体持续允许载流量，不得小于该回路可能出现的最大工作电流；
- 2 导线和母线的截面应根据正常工作电流，按经济电流密度选择。电缆截面宜根据最大工作电流，按电缆持续允许载流量选择；
- 3 线路在最大工作电流作用下的电压偏差，不得超过由供配电系统电压调整总体要求所确定的允许值；
- 4 在系统最大正常运行方式下发生三相短路，母线应满足动稳定要求，电缆应满足热稳定要求；
- 5 导线和母线应满足机械强度的要求；
- 6 架空线路设计应进行强风、暴雨、复冰厚度等严酷气象条件的实地调查，应根据气象条件，确定安全系数；
- 7 选择导体截面时，应合理考虑电力系统和负荷的发展。

5.1.4 爆炸和火灾危险环境中的电气线路设计及其与爆炸和火灾危险介质输送管线的平行、交叉要求，应符合国家现行标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058 的有关规定。

5.2 电缆线路

5.2.1 电缆线路的电缆选型、路径及敷设方式，应根据同一路径的电缆数量、电缆通道的环境及施工条件综合比较确定。

5.2.2 电力电缆的选择，应符合下列规定：

- 1 对安全性要求较高的回路应采用铜芯电缆：
 - 1) 电机励磁、重要电源、移动式电气设备等电气连接要求具有高可靠性的回路；
 - 2) 震动剧烈、有爆炸危险、强腐蚀的工作环境；
 - 3) 耐火电缆；
 - 4) 控制线路；
 - 5) 抗震设防烈度 7 度以上的线路；

6) 应急系统包括消防系统的线路。

2 直埋敷设电缆应采用具有铠装的电缆；

3 在室内、沟内和隧道内敷设的电缆可采用铠装电缆。在确保无机械外力时，可选用无铠装电缆；易发生机械震动的区域和鼠害严重地区采用铠装电缆；

4 60℃以上高温环境，应按经受高温及其持续时间和绝缘类型要求，选用聚氯乙烯、交联聚乙烯等耐热型电缆；

100℃以上高温环境，宜选用矿物绝缘电缆。高温场所不宜选用普通聚氯乙烯绝缘电缆。

-15℃以下低温环境，应按低温条件和绝缘类型要求，选用交联聚乙烯绝缘电缆或聚乙烯绝缘电缆。

低温环境不宜选用聚氯乙烯绝缘电力电缆；

5 多芯电力电缆导体最小截面：铜导体不宜小于 2.5mm^2 ，铝导体不宜小于 4mm^2 。

5.2.3 1kV 以下电源中性点直接接地时，三相四线制系统的电缆中性线截面，不得小于按线路最大不平衡电流持续工作所需最小截面。有谐波电流影响的回路，应符合下列规定：

1 以气体放电灯为主要负荷的回路，中性线截面不应小于相芯线截面；

2 除上述情况外，中性线截面不宜小于 50%的相芯线截面。

5.2.4 1kV 以下电源中性点直接接地时，配置保护接地线、中性线或保护接地中性线系统的电缆导体截面的选择，应符合下列规定：

1 中性线、保护接地中性线的截面，应符合本规范第 5.2.3 条的规定；配电干线采用单芯电缆做保护接地中性线时，铜芯不应小于 10mm^2 ；铝芯不应小于 16mm^2 ；

2 按热稳定要求的保护地线允许最小截面，应满足回路保护电器可靠动作的要求，且应符合表 5.2.4 的规定：

表 5.2.4 按热稳定要求的保护地线允许最小截面 (mm^2)

电缆相芯线截面	保护地线允许最小截面
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	$S/2$
$400 < S \leq 800$	200
$S > 800$	$S/4$

注：S 为电缆相芯线截面。

3 采用多芯电缆的干线，其中性线和保护地线合一的导体，截面不应小于 4mm^2 。

5.2.5 三相交流系统中单芯电力电缆的选用敷设应符合下列规定：

1 6kV~35kV 三相供电回路宜选用三芯电缆，三芯电缆可选用普通统包型，也可选用 3 根单芯电缆绞合构造型。工作电流较大的回路或电缆敷设于水下时，每回路可选用 3 根单芯电缆；

2 110kV 及以上三相供电回路，每回应选用 3 根单芯电缆。

3 交流单芯电力电缆，当需要增强电缆抗外力时，应选用非磁性金属铠装电缆，不得采用未经消磁处理的钢制铠装电缆；

4 水平明设的电缆，还应隔适当距离予以固定；

5 电缆夹具的强度，应按短路电动力验算，并计入不小于 2 的安全系数；

6 交流单芯电缆的刚性固定，宜采用铝合金等不构成磁性闭合回路的夹具；

7 相序的配置及相间距离应同时满足电缆金属护层的正常感应电压不超过允许值；

8 当电缆较长时，应采取使各相阻抗尽可能平衡的措施。

5.2.6 电缆持续载流量应根据环境温度、土壤热阻系数、敷设时并列的根数及日照影响等使用条件确定。

特殊敷设条件下的校正计算方法及参数选择，应按国家现行标准《电力工程电缆设计规范》GB50217 的规定执行。

5.2.7 电缆持续载流量的环境温度确定，应按使用地区的气象温度多年平均值，并计入实际环境的影响，宜符合表 5.2.7 的规定。

表 5.2.7 电缆持续载流量的环境温度确定（℃）

电缆敷设场所	有无机械通风	选取的环境温度
土中直埋	—	埋深处的最热月平均地温
户外空气中，电缆沟		最热月的日最高温度平均值
有热源设备的厂房	有	通风设计温度
	无	最热月的日最高温度平均值另加 5℃
一般性厂房，室内	有	通风设计温度
	无	最热月的日最高温度平均值
户内电缆沟	无	最热月的日最高温度平均值另加 5℃
隧 道		
隧 道	有	通风设计温度

注：1 当采用大量缆芯工作温度大于 70℃的电缆敷设于未装机械通风的隧道、竖井时，应计入其对环境温升的影响，不能直接加 5℃。

2 电缆直埋敷设在干燥或潮湿土壤中，除实施换土处理能避免水分迁移的情况外，土壤热阻系数取值不宜小于 2.0℃·m/W。

5.2.8 电缆通过不同散热条件区段的缆芯截面选择，应符合下列规定：

1 重要回路，全长宜按其中散热最差区段的缆芯截面选择同一截面，当回路总长超过电缆制造长度时，可按区段选择相应的缆芯截面；

2 非重要回路，可对大于 10m 区段散热条件按段选择截面，但每回路不宜多于三种规格。

5.2.9 对非熔断器保护回路，应按满足短路热稳定条件确定允许缆芯最小截面。

5.2.10 厂区电缆敷设路径，应在厂区管网综合规划设计中统一安排，合理地确定电缆的主干道。在施工和维护方便的前提下，敷设路径应尽量短，并应避开下列地段：

1 有高温介质覆盖或漫流的地段；

2 有沉陷、滑坡的地段；

3 有扩建工程，将要挖掘施工的地段；

4 直接埋设或采用电缆沟敷设时，还应尽量避开对电缆有强烈化学腐蚀或电腐蚀和有可能遭受强机械外力作用的地段。

5.2.11 厂区电缆敷设方式的选择，应符合下列规定：

1 厂区内，电缆宜采用电缆支架（包括电缆桥架、普通支架、电缆吊架等）明设。有条件时，应尽量与厂区综合管网支架统一考虑。电缆的主干道宜采用钢筋混凝土或钢结构桥架，或采用电缆栈桥敷设；

2 地面环境正常，电缆少于 6 根，且无经常开挖可能，宜采用直埋敷设；

3 地面环境正常，电缆较多，且有分期敷设要求，宜采用电缆沟敷设；

4 电缆数量很多，电缆沟不足以容纳时或地面有腐蚀液体，宜采用电缆隧道敷设，当厂内地下设有公用性隧道且无易燃气体或易燃体管道时电缆可与非高温管道共同敷设；

5 厂区地下管网较密的工段，应穿管敷设；

6 电缆敷设的弯曲半径与电缆外径的比值，应满足电缆弯曲半径的要求。且不应小于表 5.2.11 所列数值：

表 5.2.11 电缆敷设的弯曲半径与电缆外径的比值（最小值）

电缆护套类型		电力电缆		其他多芯电缆
		单芯	多芯	
金属护套	铅	25	15	15
	铝	30	30	30
	皱纹铝套和皱纹钢套	20	20	20
非金属护套		20	15	无铠装 10 有铠装 15

注：电力电缆中包括橡皮、塑料绝缘铠装和无铠装电缆。

5.2.12 同一通道内电缆数量较多时，若在同一侧的多层支架上敷设，应符合下列规定：

1 应按电压等级由高至低的电力电缆、强电至弱电的控制和信号电缆、通信电缆“由上而下”的顺序排列。

当水平通道中含有 35kV 以上高压电缆，或为满足引入屏（柜）的电缆符合允许弯曲半径要求时，宜按“由下而上”的顺序排列。

在同一工程中或电缆通道延伸于不同工程的情况，均应按相同的上下排列顺序配置。

2 支架层数受通道空间限制时，35kV 及以下的相邻电压级电力电缆可排列于同一层支架上，1kV 及以下电力电缆也可与强电控制和信号电缆配置在同一层支架上。

3 同一重要回路的工作与备用电缆实行耐火分割时，应配置在不同层的支架上。

5.2.13 电缆采用电缆支架明设，应符合下列规定：

1 明设的电缆数量较多，或电缆跨距较大，宜采用电缆桥架，否则，宜采用普通电缆支架或吊架；

2 电缆桥架品种的选择，应满足下列要求：

1) 在有易燃粉尘场所应采用梯级式桥架。需要屏蔽外部电气干扰时，应采用带盖板的无孔托盘桥架；

2) 需要对高温、腐蚀性液体或油的溅落等进行防护的场所，可视情况采用有孔或无孔托盘桥架；

3) 需因地制宜组装时，可采用组装式托盘桥架；

4) 除上述情况外，宜采用梯形桥架。

3 电缆桥架应满足敷设环境下一次性防腐要求。如果采用玻璃钢桥架，而当臂式支架或吊架采用型钢时，应作防腐处理；

4 户外敷设的桥架宜采用梯级式，顶层应加盖板；

5 电缆桥架与地面间的净距应满足总图运输设计的要求，一般情况下，无车辆通行时，不小于 2.5m，有车辆通行时，不小于 5.5m，跨越准轨铁路时，距轨顶不应小于 7m；

6 电缆桥架应满足强度、刚度及稳定性的要求。其设计荷载应小于使桥架产生永久变形的最小允许荷载，且安全系数不小于 1.5。

设计荷载应包括：电缆及其附件的荷重、桥架自重、风、雪及冶炼粉尘的荷载、需上人的桥架还应考虑加上安装检修人员及工具荷载；

7 金属材质桥架应有可靠的电气连接并接地。采用非导电性防护层的金属桥架或非金属桥架时，应沿桥架全长另设专用接地线。接地线两端应与变（配）电所接地装置相连；

8 有防火要求的电缆桥架，桥架本体亦应采取防火措施。

5.2.14 电缆直埋敷设，应符合下列规定：

1 直埋敷设于非冻土地区时，电缆外皮至地下构筑物基础不得小于 0.3m，至地面不得小于 0.7m，位于车行道或耕地下不宜小于 1m。

在冻土地区，电缆宜埋入冻土层以下，埋深无法超过冻结深度时，可埋设在土壤排水性好的干燥冻土层或回填土中，也可采取其他防止电缆受到损伤的措施；

2 沿直埋电缆的上、下方，应铺以 100mm 厚的软土或砂层，并盖以混凝土保护板，板宽应超过电缆两则各 50mm；

3 沿电缆路径的直线段，每隔约 100m 处，及在电缆转弯、接头和进出建筑物处，应设明显的方位标志或标桩。标桩露出地面宜为 150mm；

4 直埋敷设的电缆，严禁平行敷设于地下管道的正上方或下方。

电缆之间和电缆与管道、道路、构筑物等相互间允许最小距离，应符合表 5.2.14 的要求。

表 5.2.14 电缆之间和电缆与管道、道路、构筑物等相互间允许最小距离（m）

电缆直埋敷设时的配置情况		平行	交叉
控制电缆之间		—	0.5 注 1
电力电缆之间或与控制电缆之间	10kV 以下电力电缆	0.1	0.5 注 1
	10kV 以上电力电缆	0.25 注 2	0.5 注 1
不同部门使用的电缆		0.5 注 2	0.5 注 1
电缆与地下管沟	热力管沟	2 注 3	0.5 注 1
	油管或易燃气管道	1	0.5 注 1
	其他管道	0.5	0.5 注 1
电缆与铁路	非直流电气化铁路路轨	3	1.0
	直流电气化铁路路轨	10	1.0
电缆与建筑物基础		0.6 注 3	—
电缆与公路边		1.0 注 3	—
电缆与排水沟		1.0 注 3	—
电缆与树木的主干		0.7	—
电缆与 1kV 以下架空线电杆		1.0 注 3	—
电缆与 1kV 以上架空线杆塔基础		4.0 注 3	—

注：1 用隔板分隔或电缆穿管时不得小于 0.25m。

2 用隔板分隔或电缆穿管时不得小于 0.1m。

3 特殊情况时，减小值不得大于 50%。

5 电缆与道路或铁路交叉时，或有载重设备移经电缆上面的区段，应穿保护管。保护管应伸出路基、道路两侧及排水沟边 0.5m 以上；

6 电缆与热力管沟交叉，若电缆采用穿石棉水泥管保护，其保护管长度应伸出热力管沟两侧各 2m，若采用隔热保护层时保护层应超过热力管沟和电缆两侧各 1m；

7 电缆从地下引出地面，地坪以上 2m 至地坪以下 0.2m 范围内，应设保护管；

8 电缆进入建筑物，在穿墙孔处应设保护管其长度应超出建筑物散水 1m，且应在管口实施止水堵塞。

5.2.15 电缆在沟内敷设时，应符合下列规定：

1 电缆沟可分为无支架沟、单侧支架沟、双侧支架沟；

2 屋内电缆沟的盖板应与地坪相平。屋外电缆沟的沟口宜高出地面 50mm，当盖板高出地面影响排水或交通时，可采用有覆盖层的电缆沟，盖板顶部宜低于地面 300mm；

3 电缆沟盖板采用混凝土盖板，重量不宜超过 50kg，室内经常开启的电缆沟盖板，宜采用花纹钢盖板；

4 屋外电缆沟在进入建筑物（或变电所）处，应采取阻火措施；

5 电缆沟应采取防水措施，底部应有不小于 0.5%的纵向排水坡度，积水可排入下水道或经集水井用泵排出；

6 电缆沟与工业水管、沟交叉时，电缆沟应位于上方。

5.2.16 电缆在隧道内敷设，应符合下列规定：

1 电缆隧道长度大于 7m 时，两端应设出口（包括人孔井）。当两个出口之间的距离超过 75m 时，应增加出口。人孔井的直径不应小于 0.7m；

2 隧道内净高不应低于 1.9m，局部与管道交叉处净高不宜低于 1.4m；

3 隧道内应有排水措施，底部以 0.5%的坡度排往集水井；

4 隧道应尽量采用自然通风，必要时采用机械通风；

5 与隧道无关的管线不得通过电缆隧道。电缆隧道与其它地下管线交叉时，应尽可能避免隧道局部下降；

6 电缆隧道内应设置一般照明和应急照明，照明电压不应高于 36V，如高于 36V 应采用防止触电的安全措施；

7 电缆宜选用阻燃电缆，电缆隧道内应设置火灾自动报警系统和固定式灭火设施。

5.2.17 电缆穿管敷设应符合下列规定：

1 地下埋管距地面深度不宜小于 0.5m；与铁路、公路交叉处距路基不宜小于 1.0m；距排水沟底不宜小于 0.3m；

- 2 并列管相互间宜留有不小于 20mm 的空隙；
- 3 保护管的内径不小于电缆外径（包括外保护层）的 1.5 倍；
- 4 保护管弯曲半径为保护管外径的 10 倍，且不小于所穿电缆的最小弯曲半径；
- 5 当电缆有中间接头时，在接头盒的周围应采取防火堵料填堵，防止因发生事故而引起火灾的延燃；
- 6 电缆穿管没有弯头时，长度不宜超过 30m；有一个弯头时，长度不宜超过 20m；有二个弯头时，长度不宜超过 15m。

5.2.18 电缆的敷设场所存在火灾隐患时，应在空间距离和安装结构上，采取以下防火措施：

- 1 电缆附近可能出现爆炸或易燃气体时：
 - 1) 应尽量远离爆炸释放源，敷设在危险较小的场所；
 - 2) 易燃气体比空气重时，应在较高处架空敷设，非铠装电缆还应采取穿管或置于托盘、槽盒中等机械性保护；
 - 3) 易燃气体比空气轻时，应敷设在低处的管、沟内，沟内有非铠装电缆时，应采用埋沙敷设。
- 2 电缆沿具有易燃气体或液体的综合管网支架敷设时：
 - 1) 应配置在危险程度较低的管道一侧；
 - 2) 易燃气体比空气重时，宜敷设在管道上方；
 - 3) 易燃气体比空气轻时，宜敷设在管道下方。
- 3 有高温熔化金属溢流的场所，不得采用电缆沟，有可燃粉尘弥漫或油类等可燃液体渗漏的场所，不宜采用电缆沟；

4 在隧道、沟、竖井、夹层等封闭式电缆通道中，不得布置热力管道，严禁敷设易燃气体或易燃体的管道；

- 5 有易燃粉尘的场所，当采用电缆桥架敷设时，应采用无孔托盘封闭式桥架。
- 5.2.19 对易受外部影响着火或可能因电缆着火蔓延导致严重事故的地段，为防止火源相互串燃，应采取以下阻燃分隔措施：

- 1 电缆及其管、沟、桥架等穿过不同区域之间的隔墙、楼板孔洞处和电缆由电缆构筑物引至电气屏、盘、柜、台的开孔部位，均应实施阻燃封堵；
- 2 在电缆隧道或电缆沟中的下列部位，应设阻火墙：
 - 1) 公用主沟的分支处；
 - 2) 分段配电装置对应的沟道分段处；

- 3) 至主控室、配电室、车间的沟道入口处;
- 4) 长距离沟道中, 每隔约 200m 或通风区段处。

3 当采用电缆隧道时, 在主控室、配电室、车间入口或通风区段处所设的防火墙上应设防火门。其他部位可不设防火门, 仅在防火墙两侧不少于 1m 的电缆上采取施加防火涂料、包带、或设置挡火板等防止串燃的措施;

4 互为备用的双回路电缆, 宜分开配置在不同的通道或同一通道的不同侧支架上。当采用同一层电缆桥架敷设时, 中间应加隔板。

5.2.20 明敷的非难燃电缆, 在下列情况下, 宜采用局部阻燃措施:

- 1 在易受外因波及着火的场所, 宜对相关范围内的电缆实施阻燃防护;
- 2 对重要电缆回路或电缆密集敷设的路段, 宜在适当部位设阻火段以阻止电缆的延燃;
- 3 在电缆接头两侧各约 3m 内的所有电缆上, 宜用防火包带实施阻燃。

5.2.21 采用难燃电缆, 应符合下列规定:

- 1 燃煤、燃油系统及其它易燃、易爆环境, 宜采用难燃电缆;
- 2 火灾几率较高场所的重要配电回路, 当需要增加防火安全性, 可采用难燃电缆;
- 3 在人流密集的场所, 宜采用低烟、低毒难燃电缆;
- 4 选用难燃电缆时, 其阻燃类别应根据现行国家标准《电线电缆燃烧试验方法》GB12666 的有关规定, 按照能满足等价工程条件的有效阻止延燃性确定, 并应考虑同时附加防火阻燃措施, 以降低电缆阻燃类别的合理性;
- 5 同一通道中, 不宜把非难燃与难燃电缆并列配置。

5.2.22 在外部火势作用一定时间内仍需维持通电的下列场所或回路, 明设的电缆应实施耐火防护或选用耐火电缆, 并应符合下列规定:

- 1 消防、报警、应急照明、断路器操作直流电源和发电机组紧急停机的保安电源等重要回路;
- 2 计算机监控、双重化继电保护、保安电源或应急电源等双回路合用同一通道未相互阻隔时的其中一个回路;
- 3 油管区或车间必须敷设在可能有熔化金属溅落地段的电缆。

5.2.23 在安全要求较高的电缆密集场所或封闭通道中, 应配备与环境特征相适应、能可靠动作的火灾自动探测报警装置。

5.2.24 电缆线路的设计尚应符合现行国家现行标准《电力工程电缆设计规范》GB50217 的有关规定。

5.3 架空线路

5.3.1 永久性架空线路的路径和杆位，应避开下列地段：

- 1 厂内酸、碱腐蚀性气体严重的地段；
- 2 有高温金属罐或渣罐停留的地段；
- 3 有爆炸物、易燃物和可燃液（气）体的生产厂房、仓库和储罐等；
- 4 易被车辆碰撞或有起重车辆经常作业的地段；
- 5 渣场；
- 6 厂房规划扩建的地段。

5.3.2 架空线路的导线宜采用铝绞线，当有重要交叉或交叉档较多时，应采用钢芯铝绞线。

5.3.3 架设在工业场地及住宅区等人口密集地区的架空线路，应按居民区要求设计。线路杆塔应按有关规范的要求，妥善接地。

5.3.4 厂区内和厂区外距围墙 1.5km 以内的架空线路，导线及绝缘子应根据污染程度采取防腐、防污措施。

5.3.5 架空线路全线或个别地段的实际气象条件与标准气象区规定的数值差异较大时，则全线或个别地段应按实际气象条件进行设计。重冰区架空线路宜采用耐张型杆塔。

5.3.6 线路档距、杆位高差较大时，应对下列项目进行验算：

- 1 防震；
- 2 杆塔上拔力；
- 3 耐张绝缘子倒挂；
- 4 导线悬点应力。

5.3.7 向一级负荷配电的双回路，不得采用钢筋混凝土杆塔共杆架设，路径狭窄时，可采用铁塔架设，但应满足带电检修的要求。

向二级负荷配电的双回路可共杆架设，应满足带电检修要求。

5.3.8 厂区配电线路严禁跨越屋顶为可燃材料的建筑物，对其他建筑物，不宜跨越。如必须跨越时，在最大计算弧垂下导线与建筑物的垂直距离，0.4kV 线路不应小于 2.5m，1kV～10kV 线路不应小于 3m，35kV 线路不应小于 4m，66kV～110kV 线路不应小于 5m。

5.3.9 线路边线与永久建筑物之间的水平距离在最大风偏情况下，1kV～10kV 线路不应小于 1.5m，35kV 线路不应小于 3m，66kV～110kV 线路不应小于 4m。

5.3.10 电杆的埋地部分与地下各种工程设施间的水平净距，不宜小于表 5.3.10 所列的数值。

表 5.3.10 电杆的埋地部分与地下各种工程设施间的水平净距（m）

地下工程设施	6~10kV 线路	1kV 以下线路
企业供水主管道	3.0	2.0
一般上水支管道、下水管道	2.0	1.0
热力和压缩空气管沟及高压水管道	2.0	2.0
电缆隧道、母线隧道、电缆桥架、电缆明沟或土沟	2.0	2.0
电力或弱电电缆线路的人井及混凝土管井	3.0	3.0
消火栓、管道井、地下泵房、地面储水池	4.0	2.0
天然气、煤气、氧气、乙炔管道	2.0	2.0

5.3.11 高压接户线的档距不宜大于 40m，档距超过 40m 时，应按配电线路设计。低压接户线的档距不宜大于 25m，档距超过 25m 时，宜设接户杆。

5.3.12 高压接户线受电端的对地距离不应小于 4m，低压接户线受电端的对地距离不应小于 2.5m。

5.3.13 接户线严禁跨越铁路。接户线跨越厂内道路时，至路面中心的垂直距离，高压不应小于 6.5 m，低压不应小于 6 m。

5.3.14 架空线路的本体设计，应符合国家现行标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB50061 及《110~500kV 架空送电线路设计技术规程》DL/T5092 的有关规定。

6. 电解整流所

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于有色金属铜、铅、锌、镍、钴等水溶液电解和铝、镁等融盐电解的整流所电力设计。

6.1.2 电解整流所应靠近电解车间布置,大型整流所应考虑与企业总变(配)电所合建的合理性。

6.2 供电电源与接线系统

6.2.1 整流所的供电电源,应符合下列规定:

1 大中型铝电解整流所的供电电源,不应少于两个,宜从两个不同供电点分别引入,当任一电源停电时,其余电源应能满足全部用电负荷的需要;

2 镁电解整流所、小型铝电解整流所及大型重有色金属电解整流所,应由两个电源供电,任一电源均应能满足全部用电负荷的需要;

3 中型重有色金属电解整流所,宜由两个电源供电;小型整流所可由一个电源供电。

6.2.2 铝、镁电解槽及大、中型锌电解槽,最大允许停电时间及相应的减电幅度,应符合下列规定:

1 铝电解,全停电时间,应小于45min;减电20%,应小于4h;

2 镁电解,全停电时间应小于4h,长时间减电时,应保证66%以上的正常系列电流;

3 锌电解不宜全停电,事故情况下应保证15%~20%的正常系列电流。

6.2.3 整流所交流侧主接线,应符合下列规定:

1 大中型铝电解整流所,应采用双母线系统,小型铝电解整流所,宜采用双母线系统;

2 重有色金属电解整流所,宜采用分段单母线系统。全年连续生产,且整流所机组在3组及以上的大型整流所,宜采用双母线系统;

3 整流机组交流侧母线系统,应按电解系列分段,每个系列的全部整流机组,必须运行于同一段交流母线上,或由双分裂绕组降压变压器同时供电的两段母线上;

4 当一个电解系列由三台降压变压器供电(其中一台备用)时,其中任意两台均应能满足并联运行的条件,并能供全部整流机组负荷;

5 当一个电解系列的全部整流机组有载连续调压至最低一级,电解系列电流仍大于一组整流机组的额定电流时,应设置总进线或母线(分段)断路器,用于同时切合电解系列的全部整流机组;

6 当用进线或母线(分段)断路器切合电解系列全部整流机组时,不应影响整流所用电及全厂其他用电负荷,整流机组正常运行时,动力负荷宜单独接于另一段母线上。

6.2.4 铝电解整流所的主接线，在任一设备、母线故障或检修时，应保证电解系列正常生产。

6.2.5 多整流机组并联运行的电解系列，各机组直流侧应设电动操作的直流隔离器。单机组电解系列，除电解槽有反电势外，机组直流侧可不设直流隔离器。

6.3 整流机组的选择及谐波治理

6.3.1 整流机组一次侧电压及降压方式的选择，应符合下列规定，

1 整流机组一次侧电压，宜按表6.3.1选择。

表 6.3.1 整流机组一次侧电压的选择

整流机组单机额定容量 (kVA)	一次侧额定电压 (kV)	
	电网直接供电时	经变压器降压供电时
<1000	3、6、10	0.38、6、10
1000~3150	6、10、35	6、10
3150~12500	10、35、66	6、10
12500~25000	35、66、110	35
≥25000	≥110	≥35

2 当电网电压为110kV时，系列输出总功率大于或等于40MW，应采用110kV自耦直降方式；小于40MW时，采用110kV自耦直降方式或二次降压方式应经技术经济比较确定。

3 当电网电压大于或等于220kV时，整流机组一次侧电压应经技术经济比较确定。

4 当整流所建设在发电厂或自备电厂附近，技术条件许可时，宜采用发电机电压直配方式供电。

6.3.2 整流机组直流侧额定电压的确定，应符合下列规定：

1 铝电解用整流机组应为电解系列正常工作直流电压、同时发生阳极效应电压、总直流汇流母线电压降之和，并应符合下列要求：

1) 每个阳极效应计算电压应根据工艺参数确定，宜平均取30V。同时发生阳极效应不降电流的电解槽台数，100台槽及以下取1个；100台槽以上取2个；小型铝厂取1个。汇流母线电压降宜取5V；

2) 整流机组直流额定电压还应满足电解系列最后一部分电解槽起动电压，该电压根据工艺专业要求确定；

3) 整流机组应能承受在阳极效应熄灭后，因不能立即将直流电压自动降至原来值而产生的冲击电流所造成的过载。

2 重有色金属电解整流机组，应为电解系列的最高运行电压和总直流汇流母线电压降之和。

6.3.3 铝电解整流所机组数量，应根据供电电压、负荷大小、负荷性质、运行损耗和电网对谐波限制的要求确定。每个电解系列的机组数量、等效相数和容量，宜符合下列规定：

1 机组一次电压为35kV及以下时，以4个～6个机组形成等效24相或36相。

2 机组一次电压为66kV和110kV时，若单机容量在12.5 MVA～35MVA，以3个机组形成等效18相或36相；若单机容量在35MVA及以上时，以4个～6个机组形成等效48相或72相。

3 机组供电电压为220kV，单机容量在50MVA及以上时，以4个～8个机组形成等效48相～96相。

4 机组的容量应能满足，当一个机组因故检修时，其余机组仍能供给1.05倍～1.15倍的全系列直流电流。正常情况下，系列的全部机组应同时运行。

6.3.4 重有色金属电解整流所，备用机组组数和机组额定电流的选择，应符合下列规定：

1 大型整流所，每个系列的整流机组为3组及以上时，每系列宜备用一组；每个系列1组～2组时，两个系列宜备用1组；

2 中型或不连续生产的电解整流所，宜采用元件备用。

3 电解系列整流机组额定电流的总和(不包括备用机组)，宜等于系列电流的1.05倍～1.15倍。

6.3.5 电解整流所宜采用自动稳流的整流系统，即由饱和电抗器稳流的二极管整流机组或晶闸管整流机组组成。

6.3.6 电解整流所供电系统注入电网的谐波电流值和母线的电压畸变率，应按国家现行标准《电能质量公用电网谐波》GB/T14549的有关规定进行校核。

6.3.7 电解整流所谐波治理，宜采用下列方式：

1 无自动稳流的二极管整流机组，宜采用单机组等效12相，多机组构成等效多相整流系统；

2 有自动稳流的多机组系列整流所，宜采用单机组为6相或等效12相构成的等效多相制整流系统，并设调谐滤波补偿装置。单机组系列整流所，亦可采用单机组等效多相整流系统，必要时亦可加装调谐滤波补偿装置。

6.3.8 滤波装置系统设计，应符合下列规定：

1 调谐滤波应结合无功补偿统一考虑；

2 滤波补偿装置与整流机组宜接在同一供电母线上；

3 滤波装置系统宜经总断路器接入供电母线，各分支调谐滤波器应设单独的隔离开关，

一次及二次配电设备，并应能独立运行，保护动作于总断路器；

4 接入滤波装置的断路器，宜采用可避免重燃的断路器；

5 5次和7次调谐滤波器中的串联电抗器，宜设0、 $\pm 2.5\%$ 和 $\pm 5\%$ 抽头，及 $\pm 5\%$ 无级调杆；

6 各分支调谐滤波器应分别设置安全围栏；

7 宜预留一分支调谐滤波器的安装场地。

6.3.9 多机组并联运行时，双反星带平衡电抗器接线或双反星不带平衡电抗器接线的二极管整流机组，其直流额定电压宜小于300V，单机组运行时，其直流额定电压宜小于45V。

6.3.10 电解整流装置直流的电压偏移率，在额定状态下不应大于10%。

6.3.11 整流变压器二次侧为多绕组并联时，各绕组的短路阻抗值与其平均值之差，不应大于平均值的3%。

6.3.12 并联运行于同一电解系列的各整流变压器的短路阻抗值与其平均值之差，不应大于平均值的5%。

6.3.13 电解用整流器应能连续输出100%额定电流，并能持续承受150%额定电流的过负荷1min(以24 h为周期)。

6.3.14 整流机组的调压方式，应符合下列规定：

1 二极管整流机组，当调压深度小于50%时，单机组可采用单级一次侧抽头有载调压整流变压器；多机组系列还应采取措施，以保证并联机组间的负荷平衡；

2 二极管整流机组，当调压深度大于或等于50%时，应符合下列要求：

1) 一次侧电压小于或等于110kV时，应采用端部自耦有载调压；

2) 一次侧电压为220kV时，当机组容量小于60MVA时宜采用第三绕组加串联(辅助)变压器调压；当机组容量大于60MVA时宜优先采用降压自耦有载调压；

3) 一次侧电压大于220kV时，主接线及调压方式具体采用何种方式需经经济比较确定。

3 晶闸管整流机组应根据生产工艺要求，采用晶闸管相控并配以一次侧有适当级数的无载或有载调压整流变压器。

6.3.15 调压范围的下限和级电压差，应满足下列要求：

1 当一个电解系列的全部机组有载连续调压至最低一级时，系列电流应尽量不大于一个机组的额定电流；

2 最低电压应分别满足轻金属和重金属电解槽焙烧及起动要求，但铝电解也可采用无励磁切换变压器抽头和饱和电抗器控制等方法；

3 单纯采用有载分接开关调压的级电压差：对于铝电解宜为2%~4%，重有色金属电解，宜为1%~2%；

4 调压范围的下限应能满足直流侧短路均流试验的要求；

5 电网电压偏差为-5%时，整流机组有载调压装置应能将直流电压调整到额定值；

6 铝电解整流机组的有载调压变压器，若有无载倒段开关，则在无载倒段的上、下段间，宜有20V~40V重叠电压的有载调压级。

6.3.16 高电压、大电流整流机组整流电路可采用桥式接线和同相逆并联接线。当采用同相逆并联电路时应采取可靠措施防止正、逆同名相间产生金属性短路。

6.3.17 为使单机组形成等效12相整流系统，可采用具有共轭式铁芯或两个铁芯，一次侧或二次侧为Y、D两种接线绕组的整流变压器。

6.3.18 整流装置的额定整流效率：

1 没有自动稳流控制时，机组额定效率不应低于下列参考值：

$U_{dN}=200\text{VDC}\sim 400\text{VDC}$ 时， 额定效率约为： 94%~95%

$U_{dN}=400\text{VDC}\sim 600\text{VDC}$ 时， 额定效率约为： 95%~96.5%

$U_{dN}=600\text{VDC}\sim 800\text{VDC}$ 时， 额定效率约为： 96.5%~97.8%

$U_{dN}=800\text{VDC}\sim 1100\text{VDC}$ 时， 额定效率约为： 97.8%~98.4%

$U_{dN}\geq 1100\text{VDC}$ 时， 额定效率约为： 98.5%

2 有自动稳流控制时，机组额定效率不应低于下列参考值：

$U_{dN}=200\text{VDC}\sim 400\text{VDC}$ 时， 额定效率约为： 93%~94%

$U_{dN}=400\text{VDC}\sim 600\text{VDC}$ 时， 额定效率约为： 94%~95%

$U_{dN}=600\text{VDC}\sim 800\text{VDC}$ 时， 额定效率约为： 95%~96.5%

$U_{dN}=800\text{VDC}\sim 1100\text{VDC}$ 时， 额定效率约为： 96.5%~97.6%

$U_{dN}\geq 1100\text{VDC}$ 时， 额定效率约为： 97.6%~98.2%

6.4 控制、保护与测量

6.4.1 总降压变电所与电解整流所合建时，宜共用同一控制室。

6.4.2 控制系统控制操作对象宜包括：各电压等级的断路器以及隔离开关、电动操作接地开关、变压器分接头位置、所内其他重要设备的起动/停止。

6.4.3 控制方式包括主控室控制和就地手动控制。并具备主控室/就地手动控制的控制切换功能。控制级别由高到低顺序为：就地、主控制室，两种控制级别应相互闭锁，同一时刻只允许一级控制。

6.4.4 当控制系统及网络停运时，应能在间隔层对断路器进行一对一操作。

6.4.5 所有操作控制均应经防误闭锁，并有出错报警和判断信息输出。对断路器的分、合闸回路进线宜采用监视装置，保证回路正常。

6.4.6 主控室应实现面向全所设备的综合操作闭锁功能，间隔层应实现各电气单元设备的操作闭锁功能。

6.4.7 对手动操作的隔离开关和接地开关，应采用编码锁防误操作，也可采用电磁锁，并宜在就地控制箱设电气闭锁。各种操作均应设权限等级管理。

6.4.8 主控室防误操作方式以综合全部信息进行逻辑判断和闭锁为主。间隔层防误操作以实时状态检测、逻辑判断和输出回路闭锁等多种方式结合，充分保证对本单元一次设备的各种安全要求。

6.4.9 防误闭锁判断准则及条件应符合“五防”等相关规程、规范和运行要求。

6.4.10 防误闭锁及闭锁逻辑应能授权后进行修改。

6.4.11 整流机组应设下列保护：

1 整流变压器、调压变压器和有载分接开关应分别设置瓦斯保护。变压器轻瓦斯作用于信号，重瓦斯作用于机组断路器跳闸。有载分接开关瓦斯均作用于机组断路器跳闸；。

2 瞬动过流保护(第一套过电流保护)。保护瞬时作用于机组断路器跳闸。保护整定计算可按本规范附录C进行；

3 带时限过电流保护，或延时投入瞬动过电流保护(第二套过电流保护)。保护分别延时或瞬时作用于机组断路器跳闸。保护整定计算可按本规范附录C进行；

4 过负荷保护。保护经延时作用于信号或机组断路器跳闸；

5 当一次侧为中性点直接接地系统时，应设接地短路保护。保护动作于机组断路器跳闸；

6 大气、操作、换相和系统振荡等过电压保护：

1) 大气、操作和系统振荡等过电压采用避雷器或阻容吸收装置。产生故障动作时，作用于信号；

2) 换相过电压保护采用阻容吸收装置，当产生故障动作时，保护动作于机组断路器跳闸。

7 整流元件反向击穿过流保护，应用快速熔断器将故障隔离；

8 整流机组的控制系统、冷却系统，辅助装置等的运行状态监视和保护；

9 当采用微机监控保护单元时，微机保护监控单元故障，动作于机组断路器跳闸；

10 当采用分相有载调压开关调压时，应设置有载调压开关传动轴异常保护，作于机组断路器跳闸；

11 整流机组直流侧应设逆流保护，保护应切除本系列全部整流机组的电源开关。

对小型机组，上述3款和4款可酌情合并。

6.4.12 整流机组交流侧过电流保护的接线方式，在下述情况时宜采用三相三继电器接线方式：

- 1 中性点直接接地电力网中的各种整流机组；
- 2 中性点非直接接地电力网中的整流机组。

6.4.13 整流机组交流侧过电流保护电流互感器的设置，应符合下列规定：

1 采用“调压变压器-整流变压器”方式时，第一套过电流保护装设在调压变压器电源侧；第二套过电流保护装设在调压变压器的二次侧或整流变压器的一次侧，并安装在变压器油箱内；

2 在调变与整流变压器合一，采用第三绕组调压方式时，第一套过电流保护装设在变压器的电源侧，第二套过电流保护装设在串联变压器的一次侧，并装设在变压器的油箱内；

3 采用整流变压器一次侧抽头调压方式或不带调压抽头的整流变压器时，两套保护装置均装设在变压器的电源侧；

4 对于单机等效12相整流系统，应按Y、D两接线系统分别装设电流互感器；

5 电流互感器的数量除保护用外，尚应考虑测量的需要。

6.4.14 计算整流变压器二次侧短路电流时，应符合下列规定：

- 1 应按实际运行电压，换算整流变压器阻抗相对值；
- 2 当整流变压器二次侧绕组为两组及以上时，只以一组短路方式计算。

6.4.15 水冷整流器的水冷系统，应装设下列保护及监视装置：

1 水冷母线的每个冷却支路，应装设过热保护，55℃发出信号，65℃作用于机组断路器跳闸。对于气温较高的地区，根据整流元件的具体情况可将温度适当提高；

2 整流器出水口应设置电接点温度计、超过42℃时作用于信号；

3 在冷却整流元件的总循环水的进水管道上，应装设压力降低监视装置，其整定值应按产品要求确定。当产品无要求时，大型整流所宜为78.4kPa～98kPa；小型整流所宜为68kPa。一般作用于信号，必要时延时作用于机组断路器跳闸；

4 整流器水系统宜装设水流监视器，在断水时报警；

5 整流器冷却水系统的水泵应具有断电后来电自启动功能。

6.4.16 风冷整流器应装设下列保护及监视装置：

1 整流器的冷却风速应大于5m/s，当小于3m/s时，风速继电器作用于信号；

2 当风道出口风温大于55℃时，发出信号；大于65℃时。作用于机组断路器跳闸。对

于气温较高的地区，根据整流元件的具体情况可将温度适当提高。

6.4.17 风冷整流器的风机电动机，应能自起动，并应采用断路器作为控制保护电器。

6.4.18 整流所控制室应设中央事故信号和预告信号系统，前者反映保护动作和断路器跳闸的事故信号，后者反映过负荷、轻瓦斯、变压器油温过高、整流元件故障、冷却系统不正常、空气断路器的压缩空气压力异常和保护回路熔断器熔断等预告信号。

6.4.19 整流机组交流侧断路器控制回路与机组冷却装置控制回路之间，应设电气联锁，确保机组断路器在冷却装置正常运行后合闸。

6.4.20 整流机组直流侧隔离器的控制回路与交流侧断路器控制回路之间，应设电气联锁，确保机组断路器在断开情况下分合操作直流隔离器。

6.4.21 整流所应装设下列交、直流测量仪表和计量装置：

1 交流侧：

1) 每段母线设带转换开关的线电压表1块和相电压表3块。在中性点直接接地的电网中可不设相电压表；

2) 每组电源进线设电流表、有功功率表、功率因数表、有功电能表(准确度0.5级～1.0级)、无功电能表(准确度0.5级～2.0级)和最大需量表1块；多回路电源进线时，应加装总加最大需量表；

3) 每组整流机组设电流表和有功功率表(大中型机组)各1块。装设交流电能表时，应能满足电解与其他动力用电分别计量的要求；

4) 当采用微机综合保护监控装置时，如测量准确度满足要求，上述表计可以不另外设置。

2 直流侧：

1) 绝缘检查用的系列母线对地电压表2块，综合准确度为0.5级～1.0级的系列母线电压表一块；

2) 综合准确度为0.2级～0.5级的系列电流表和电流小时表各1块；

3) 综合准确度为0.2级～0.5级的系列功率表和功率小时表各1块；

4) 在控制室内每个机组应设校核调压级数用的电压表和电流表；每个整流柜上应设电流表1块；

5) 综合准确度为0.5级～1.0级的电压小时表1块；

6) 当直流测量采用成套装置，且带有测量、数据运算及显示功能的综合仪表时，如测量准确度满足要求，本款2)、3)项仪表可不重复设置。

注：小型重有色金属电解整流所可酌情装设。

6.4.22 电解整流所，当二极管整流机组装有饱和电抗器时，宜采用最大需量监控下，以有载调压变压器为粗调，饱和电抗器为细调的恒流式稳流系统；机组无饱和电抗器时，宜采用安培-小时平均值的稳流系统，以有载调压变压器作为调节装置。

6.4.23 大、中型铝电解整流所，应采用微机综合监控系统，实现计算机集散控制系统，以完成整流机组分合闸、恒电流、恒电压及最大需量控制和直流开路保护及整流所运行状态显示、参数屏幕显示、数据报表和故障显示打印等功能。大型重有色金属电解整流所可参照执行。

6.4.24 电解车间与整流所间，应装设联系信号和直通电话。必要时可在电解车间装设电解系列异常切断整流装置交流侧断路器的急停按钮。

6.4.25 铝电解整流所，应设电解槽离极保护。当系列直流电压上升超过规定值，且直流电流下降到75%时，保护应切除本系列全部整流机组的电源开关。

6.4.26 大、中型电解整流所，需按电解系列装设电解槽和直流母线对地绝缘监测装置。

6.5 母线、设备配置及接地

6.5.1 整流所的交、直流母线均宜采用铝母线。母线电流密度，宜按下列数值选择：

1 直流汇流母线：

1) 铝电解铝母线， $0.25\text{A}/\text{mm}^2 \sim 0.35\text{A}/\text{mm}^2$ ；

2) 重有色金属电解铝母线， $0.5\text{A}/\text{mm}^2 \sim 0.7\text{A}/\text{mm}^2$ ；铜母线， $1.0\text{A}/\text{mm}^2 \sim 1.5\text{A}/\text{mm}^2$ 。

2 整流所的交、直流支母线的电流密度，在满足温升要求时，铝母线取 $0.5\text{A}/\text{mm}^2 \sim 0.7\text{A}/\text{mm}^2$ ；铜母线取 $1.0\text{A}/\text{mm}^2 \sim 1.5\text{A}/\text{mm}^2$ 。

6.5.2 整流所的母线连接，应采用焊接。当要求拆卸检修时，宜采用螺栓连接，连接处的接触电流密度应小于 $0.1\text{A}/\text{mm}^2$ 。当采用铜铝母线连接时室外的连接头，应采用铜铝过渡接头。

6.5.3 母线的配置，应符合下列规定：

1 母线相序和极性的排列应一致，母线应有区别相序和极性的色标；

2 同一整流机组内不同整流柜宜对称布置，各机组的交、直流母线，应尽量做到长度一致；

3 为防止直流引出线短路，宜尽量加大正、负极间距离，或采取隔离措施；

4 汇流母线支架应采用钢支架。

6.5.4 母线伸缩接头的设置，应符合下列规定：

1 室内直线段母线，每隔25m~35m装设1个；

2 室外直线段母线，每隔20m~30m装设1个；

- 3 母线与变压器、整流器和开关等连接处，均应设伸缩接头。
- 6.5.5 除直流总母线外，所有母线均应满足短路时的动稳定要求。整流所的高压交流母线，应进行共振校验。
- 6.5.6 单层配置的整流所，直流母线不宜配置在地沟内。
- 6.5.7 整流所应配置在电解车间主导风向的上风侧。当整流所与电解车间相邻时，不得有门窗相通；通往车间的直流母线穿墙隔板应密封防腐。当整流所与电解车间必须分开时，其距离应尽量缩短。
- 6.5.8 整流变压器应尽量靠近整流柜配置，并应符合下列规定：
- 1 当整流柜与整流变压器分别设置在室内与室外时，整流柜应紧靠变压器侧墙的一侧或两侧布置；
 - 2 整流变压器或调压整流变压器与整流柜应配置在同一间隔或同一房间内；
 - 3 采用变压整流装置时，整流柜应紧靠变压器外壳的一侧或两侧布置。
- 6.5.9 整流变压器的防火及消防，应符合下列规定：
- 1 不同机组的变压器之间，应按有关规定设防火隔墙，隔墙的高度应比变压器的油枕高出1m；
 - 2 各防火隔墙间隔内，应设置防火及蓄油设施；
 - 3 多机组的油坑，应设置公用事故油池。事故油池的蓄油量，应为单机组调压变压器与整流变压器两者油量之和的60%；
 - 4 整流变压器间隔消防宜采用高压细水雾、泡沫及充氮装置。
- 6.5.10 整流所主要设备的配置应与主接线顺序相一致。在保证安全运行、维护方便的前提下，设备之间的距离应尽量缩短。
- 6.5.11 直流母线不应从控制室及其楼板下穿过。有人值班的整流所，控制室与整流器室宜分开设置。
- 6.5.12 直流电压在125V及以下的整流器，可安装在干燥的地面上，整流器柜壳对地可不经绝缘处理，也不做专门接地，但其周围宜加操作绝缘垫。
- 6.5.13 铝电解整流机组直流额定电压在125V以上，重有色金属电解在250V以上，当整流器与变压器分开配置时，整流器应安装在户内或半户内，整流器应采用绝缘安装，并应满足下列安装条件：
- 1 当控制柜与整流器距离小于2m时，均应采用绝缘法安装，并符合下列规定：
 - 1) 整流器及控制柜应设置在绝缘台或绝缘层上，其绝缘台或绝缘层应能承受10倍于机组直流额定电压的直流试验电压1min，但不得低于3000V，并应具有足够的机械强度；

- 2) 整流器及控制柜周围1m 范围以内的地面。应辅以绝缘层;
 - 3) 整流器及控制柜最突出部分1.5m 范围以内的墙壁和柱子, 应覆盖绝缘层, 其对地高度不低于1.7m;
 - 4) 整流器及控制柜最突出部分1.5m 范围内的电缆金属外壳、金属管道和金属结构等, 当其电位与整流器金属结构电位不同时, 应用绝缘层隔开;
 - 5) 当整流器及控制柜周围设置主回路带电禁止入内的防护围栏时, 本款2)、3)、4) 项中的绝缘台或绝缘层, 应能承受2倍于机组直流额定电压加1000V的直流试验电压1 min, 但不得低于3000V, 并应具有足够的机械强度;
 - 6) 当整流器及控制柜周围没有设置主回路带电禁止入内的防护围栏时, 本款2)、3)、4) 项中的绝缘台或绝缘层, 应满足1款1) 项的要求;
 - 7) 220/380V中性点接地电源线应经隔离变压器进入整流柜(包括与主回路有电气连接的辅助装置);
 - 8) 与整流系统主回路有电气直接连接的控制电缆或导线, 应采用耐温不小于105℃的电缆或导线, 耐压应按不小于元件反向峰值电压选择, 且应采用不带金属外皮的电缆;
 - 9) 整流器内应装设监视主回路与整流器柜壳之间和柜壳对地之间的绝缘监视装置。
- 2 当控制柜距离整流器较远时, 可仅对整流器作绝缘法安装, 其安装要求见本条1款;
 - 3 整流器及控制柜也可采用本规范第6.5.14条的绝缘法安装, 经专用导体接地。当满足本规范第6.5.14条的要求时, 整流器室的墙面和地面可不作绝缘处理。
- 6.5.14 铝电解整流机组直流额定电压在125V以上, 重有色金属电解在250V以上, 当采用变压整流装置时, 应采用绝缘法安装, 整流器外壳必须与变压器共同经专用导体接地, 并应符合下列规定:
- 1 变压整流装置应设置在绝缘台或绝缘层上, 其绝缘应能承受2倍机组直流额定电压加1000V的直流试验电压1min。当整流变压器的一次侧电压为66kV及以下时, 专用接地导体的接地电阻不应大于4Ω; 110kV及以上时, 接地电阻应满足电力电网的接地要求;
 - 2 在专用接地导体上装设交、直流电流互感器各一个, 并设接地电流保护。保护动作时, 应切断全系列机组电源侧断路器;
 - 3 引入整流装置的电气线路尚应满足本规范第6.5.13条第1款7)、8) 项的要求。
- 6.5.15 当整流器为无柜壳自撑式结构时, 应将整流器安装在绝缘台或绝缘层上, 其绝缘和电气线路应符合本规范第6.5.13条第1款各项的要求。
- 6.5.16 整流所各级电压交、直流系统的保护接地与中性点接地可共用接地装置。共用接

地装置的接地电阻值可按其中要求的最小值确定。为避免直流漏泄电流的腐蚀，接地装置不得利用地下金属管道。接地采用铜导体时截面不得小于 150mm^2 。

6.6 交流所用电系统

6.6.1 所用电应由两个电源供电，大型整流所应设两台变压器，低压侧采用分段单母线系统。

6.6.2 铝电解和大、中型重有色金属电解整流所，直流测量装置、整流器和整流变压器的冷却系统等重要用电设备，应由两个电源供电，末端自动投入。重有色金属小型电解整流所，宜采用两个电源供电。

6.6.3 晶闸管整流机组的同步电压源，宜取自机组供电电源母线电压互感器；当取自所用电系统时，应与整流机组电源同相位。

6.7 直流所用电系统

6.7.1 由110kV及以下电压供电的电解整流所，直流电源采用免维护无端电池的铅酸蓄电池组，设置充电和浮充电硅整流装置各一套。

6.7.2 由220kV及以上电压供电的电解整流所，或含高压总降压变电站时，直流配电装置采用两组蓄电池，三台充电装置，充电机采用高频充电机。每组蓄电池组和充电装置应分别接于直流母线，作为备用的第三台充电装置可在两段母线之间切换。

6.7.3 直流电源系统的直流配电装置应采用两组蓄电池，直流系统采用单母线分段接线，每段母线接一组蓄电池和3只高频开关电源模块，两段母线直流母线采用分段运行方式，每段母线分别采用独立的蓄电池组供电，并在两段母线之间设置联络断路器，正常运行时断路器处于断开位置，当任意工作充电装置退出运行时，手动投入第三台充电装置。

6.7.4 供电电压在35kV以下的中型电解整流所，其直流电源宜采用220V的铅酸蓄电池组。

6.7.5 由110kV及以上电压供电的电解整流所，宜在直流电源装置上设置逆变电源，逆变电源的交流母线采用分段运行方式，每段母线分别采用独立的蓄电池组供电，并在两段母线之间设置联络断路器，正常运行时断路器处于断开位置，当任意工作电源退出运行时，自动投入。

6.7.6 整流机组控制柜控制电源宜采用逆变电源。

6.8 对有关专业的要求

6.8.1 整流器的冷却介质和运行环境，应符合制造厂的要求。当制造厂要求不明确时，应满足下列技术条件：

1 风冷整流器：

- 1) 进口风温度不应高于 40°C ；

2) 出口风温度不应高于65℃。

2 水冷母线冷却方式的整流器:

1) 整流器出口水温度应保持在30℃~42℃, 进口水温度不得低于环境空气的露点;

2) 整流器进口水压应保持在不低于130kPa;

3) 整流器的副水循环水应满足下列要求:

悬浮物质不大于30mg/L, PH值为6~9; 硬度不超过德国度12(相当于每升水中含有0.12g的CaO); 进水压力不小于150kPa; 进水温度宜为5℃~30℃, 对于环境较高的地区可以根据元件的允许条件适当提高。

3 整流器运行环境条件:

1) 最低温度不应低于5℃;

2) 最高温度: 二极管和晶闸管不宜高于40℃, 对于环境较高的地区可以根据元件的允许条件适当提高; 晶闸管整流的控制系統不应高于35℃;

3) 无腐蚀性或有害气体。

6.8.2 风冷整流器的通风, 应根据周围环境设置相应的通风系统:

1 环境较好时, 宜采用自然进风和机械排风系统。排风口应高于整流器的出风口, 并应有便于开闭的蝶阀;

2 环境较差时, 应设置机械送排风系统。送风系统的取风口应设置在环境较好的场所, 或采取滤尘、降温、升温及防腐措施。室内应保持正压。送、排风口的位置应合理安排。

6.8.3 水冷整流器室, 宜采用自然通风; 当周围环境较差时, 应设置机械送、排风系统。其要求应符合第6.8.2条的规定。

6.8.4 当环境温度低于5℃时, 冷却水系统应有保温防冻措施。

6.8.5 水冷式整流器应采用一对一成套纯水冷却装置。额定直流电压600V及以上整流器, 应采用高纯水冷却器。

6.8.6 水系统的总进水管和总排水管与带有电位的整流器冷却系统间的水路, 应用绝缘管连接。绝缘管长度可根据电位确定, 一般不小于1.5m。绝缘管材质应具有抗老化, 高强度等性能。

6.8.7 小型整流所若发生循环水缺水事故, 必要时可将工业用水直接加入循环水管路, 作为应急措施。

6.8.8 水冷硅整流器的副水循环应按系列自成独立系统。各独立系统检修时, 不应影响电解系列的正常运行。

6.8.9 当变压器紧靠建筑物安装时, 屋面雨水不应排向变压器, 应防止屋面雨水溅落在母

线上。

6.8.10 分期建设的整流所，前后期需共用同一控制室时，控制室的土建工程应一次建成。

6.8.11 大、中型主控制室，宜采用发光天棚吊顶，其高度不宜小于3m；墙壁可采用喷塑；地面可采用水磨石。当控制室内设有计算机时，宜设置空调和铝合金门窗或塑钢门窗，并设纱窗。

6.8.12 整流器室的净空高度不宜小于4.5m，室内天棚应刷白，墙壁应抹灰刷白，地面以上2m高度的墙壁宜刷浅色油漆，地面宜采用水磨石。

6.8.13 有人值班的大、中型整流所，除设置整流器室、主控制室等主要生产房间外，尚应设置备品库、维修间、办公室、休息室和水冲卫生间等辅助用房。

6.8.14 整流所内，在适当位置应设置供水点及水池。

6.8.15 主控室为天棚吊顶时，保护屏、控制屏应采用封闭式。

6.8.16 多层布置的整流所，当楼上设有外形尺寸较大的电气设备时，应有搬运设备的通道、平台或吊装孔。

7 车间电力设计基本规定

7.1 配电系统

7.1.1 低压配电系统应根据用电设备对供电可靠性的要求、设备布置、负荷容量等因素综合考虑确定。

7.1.2 生产系统的变（配）电所，宜按车间和工段设置，主要车间变（配）电所应由双电源双变压器供电，每台变压器的容量应能满足本车间一、二类负荷的需要。变电所变压器台数和容量的选择尚应符合本规范第 3.2.19 条的规定。

7.1.3 工艺过程中具有较多中等容量的电动机等负荷时，应进行660V配电和380V配电的技术经济比较，择优选取。

7.1.4 当为双电源或多电源进线时，采用单母线分段并设母线分段开关。当为单电源进线时，低压母线一般采用单母线不分段。

7.1.5 电源进线总开关和母线分段开关的选择，应符合下列规定：

- 1 单电源进线的总开关宜选用断路器，不带负荷操作要求时，也可采用隔离器；
- 2 双电源或多电源进线时，总开关和分段开关应采用断路器；
- 3 变压器-干线式配电时，干线首端应装设断路器；
- 4 断路器断开后仍可能带电的一侧应装设隔离器。

7.1.6 向一级负荷的用电设备配电，应满足下列要求：

1 当用电设备由互为备用的多台设备组成时，应将互为备用的设备分别接在不同的电源母线上；

2 仅为单台用电设备时，电源应从两个电源取得，宜在末级切换。

7.1.7 车间内并行工艺流程上的用电设备，宜按流程组合，由不同的母线段配电；同一工艺流程的各用电设备，宜由同一母线段配电。

7.1.8 车间低压配电方式的选择，应符合下列规定：

1 下列情况宜采用放射式配电：

- 1) 向重要负荷配电时；
- 2) 单机容量较大或负荷集中，需要在车间内采用二级配电时；
- 3) 需采用集中联锁或其它自动化设施时；
- 4) 现场不宜装设保护及启动设备时。

2 用电设备容量不大，配置有序，且对供电可靠性无特殊要求时，可采用单干线式配电，当对供电可靠性有特殊要求，宜采用双干线式配电；

3 距供电点较远，且彼此相距很近，容量很小的三级负荷，或同一流程的小容量用

电设备，可采用链式配电。但每一回路动力配电箱的链接数不宜超过三台；用电设备的链接数不宜超过五台，单台用电设备容量应接近，且容量不宜超过 10kW；小容量插座回路，链接数量可适当增加。

7.1.9 自变压器二次侧至用电设备之间的低压配电级数不宜超过二级。

7.1.10 车间变电所之间，在下列情况宜设联络线：

- 1 为节日、假日节电和检修的需要；
- 2 有较大的季节性负荷；
- 3 供电可靠性要求。

7.1.11 检修电源宜采用专门回路配电。

7.1.12 220/380V 低压配电系统，宜采用 TN-C 系统，有特殊要求的可采用 TN-C-S 系统或 TN-S 系统。对于距离电源点较远且负荷相对集中时可采用 TT 系统。

7.1.13 220/380V 系统中，单相用电负荷应均匀地分配在三相上。

7.1.14 在 TN 及 TT 系统中，如选用接线组别为 D，yn11 的三相变压器，不平衡负荷引起的中性线电流，不得超过变压器低压侧中性线所允许的电流，对接线组别为 y，yn0 的三相变压器，不平衡负荷引起的中性线电流，不得超过变压器低压侧额定电流的 25%。

7.1.15 低压配电屏或配电箱，根据发展的可能性宜留有适当数量的备用回路。

7.2 配电设备

7.2.1 配电设备的选型，应与所在场所的环境特征相适应。有色金属冶炼厂车间环境特征见本规范附录 F。

7.2.2 低压配电室内宜采用双面维护的低压配电屏；车间内宜采用动力配电箱。

7.2.3 低压配电屏短时和峰值承载电流能力及分断电流能力，应根据所在母线发生相间短路时的短路电流选择。

7.2.4 低压电器的选择，应符合下列规定：

- 1 电器的额定电压、额定频率应与所在回路的标称电压、频率相适应；
- 2 电器的额定电流不应小于所在回路的计算电流；
- 3 电器应满足短路条件下的动稳定与热稳定要求；
- 4 用于断开短路电流的电器，应满足短路条件下的通断能力，并满足使用地点的气候环境及海拔高度等条件的要求。

7.2.5 变压器低压侧总开关的额定电流，应按变压器额定输出电流值选择；母线分断开关的额定电流值，宜按变压器额定输出电流 2/3 选择。

7.2.6 变压器低压侧总断路器及分段断路器，宜选用带短延时、长延时和瞬时动作过电

流脱扣器的断路器。

7.2.7 配电回路应装设供维护，测试和检修用的隔离电器，隔离电器应能使所在回路与带电部分隔开。刀开关或熔断器式刀开关，抽屉式低压配电屏上隔离触头，可作为隔离电器使用。

7.2.8 配电回路需要频繁带负荷通断时，宜装设接触器或启动器。操作次数少时，亦可用断路器。接触器、启动器的选择，应符合下列规定：

- 1 接触器或启动器必须适用于它在电路中所执行的最繁重的任务；
- 2 接触器或启动器应与所在回路的短路保护电器协调配合。

7.2.9 装于密闭屏、箱内的电器，应根据环境温度降容使用，并对其过负荷保护元件的额定电流值进行校正。

7.2.10 隔离电器、熔断器以及连接片严禁带负荷操作。

7.2.11 电气设备宜室内安装；当需要室外安装时，其电气设备应采取防腐、防雨等措施，防护等级不低于IP54。在腐蚀性气体并伴有水蒸气放散环境内的电气设备的防护等级不低于IP55。

7.2.12 当水泵、空气压缩机、风机、真空泵、油泵等设备能配置在与恶劣环境隔离的房间内时，房间内的电力设计可按正常环境处理。

7.2.13 发生炉煤气站、煤气升压机站、氢气回收站、液化石油气体、液化天然气等及其它有爆炸火灾危险场所的电器设备，宜集中安装于配电室内，现场安装的电器设备应按所在场所的爆炸及火灾危险等级，按国家现行标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058的有关规定，选择不同等级的防爆型电器设备。

7.3 控制与保护

7.3.1 笼型电动机和同步电动机的启动方式须经技术经济比较，当采用带负荷全压启动时，应满足下列条件：

- 1 电动机和生产机械，均能承受全压启动时的力矩冲击；。
- 2 启动时，母线和电动机端子电压应符合下列要求：

1) 母线电压：频繁启动时，不应低于额定电压的 90%，不频繁启动时，不宜低于额定电压的 85%；不频繁启动且母线上未接照明或其它对电压波动较敏感的负荷时，不应低于额定电压的 80%；

2) 电动机端子电压应能保证生产机械所要求的起动转矩；

3) 当采用变压器-电动机组配电时，电动机端子电压允许值可仅按生产机械要求的起动转矩确定。

4) 除满足上述规定外, 还应保证接触器线圈的电压不低于释放电压。

7.3.2 绕线型电动机宜采用转子回路接入频敏变阻器或金属电阻器的起动方式。功率较大的电动机启动可采用磁控或水电阻。绕线型电动机采用转子回路接入频敏变阻器时宜采用一体化结构。

7.3.3 连续工作负载平稳的电动机, 其额定功率应按机械的轴功率校验。重载起动的电动机, 其额定功率应按起动条件校验; 对同步电动机, 尚应校验其牵入转矩。

7.3.4 电动机起动频繁或因起动转矩不符合要求需加大电动机容量时, 应进行技术经济比较确定电动机的型式、容量和起动方式。

7.3.5 电动机的调速方式, 应根据生产机械要求的调速范围, 调速平滑性和调速的频繁程度, 经技术经济比较决定。

1 只要求几种固定转速的生产机械, 宜采用多速鼠笼电动机调速;

2 要求平滑调速的鼠笼电动机, 应采用变频调速;

3 大容量风机宜采用变频调速或内反馈斩波调速。

7.3.6 采用异步电动机变频调速时, 应符合下列规定:

1 变频调速装置的低频调速性能, 应满足生产机械启动力矩和低速运行力矩的要求;

2 变频调速的电动机应选择适用于变频调速方式的电动机;

3 当难于满足上述 1、2 款要求时, 可加大调速装置或电动机的容量, 也可改选具有高启动转矩的冶金起重型电动机;

4 当生产机械需要电气制动时, 应对变频调速装置的制动力矩进行验算;

5 变频调速装置的外部控制线路, 当有干扰源影响时, 应采用屏蔽线;

6 当设有电动机主回路接触器时其主接点宜装设在变频调速装置的电源侧, 并只能无负荷(停车状态)下通断;

7 大容量变频调速装置投切时, 系统母线压降不应影响装置控制系统的正常工作。

7.3.7 工艺过程中具有大容量的泵类, 通风机等且要求调速时, 应进行高压变频调速和 660V 等电压等级变频调速的技术经济比较, 择优选取。

7.3.8 配电系统中采用了较多、较大容量的非线性负载时, 应满足本规范第 3.4.7 条的要求。

7.3.9 每台电动机宜装设单独的启动设备, 当生产需要或使用条件许可时, 一组电机可使用一套启动设备。

7.3.10 高压电动机的正常启动和停车操作, 应在机械设备的机旁或控制室进行, 其控制开关和信号的装设, 应符合下列规定:

1 在机旁操作时, 启停开关应设在机旁并有电流指示;

2 在控制室和机旁两地操作时，控制室应装设工作制选择开关、启停开关及运行信号，机旁应装设启停开关及允许控制室启动的工作制选择开关、紧急停车开关；

3 在控制室单独操作时，控制室应装设工作制选择开关和启、停开关及运行信号，机旁应装设允许控制室启动的安全开关和紧急停车开关。

7.3.11 低压电动机的控制按钮或开关，宜装设在电动机附近便于操作和观察的地点。当有两地或多地控制要求时，应在电动机旁装设解除远方控制的安全开关、控制按钮或开关；在远方控制点应装设电动机运行信号和控制按钮或开关。当远方控制可能危及机旁人员安全时，尚应在机旁装设启动预告信号。

7.3.12 链板运输机、长距离胶带运输机等生产机械，应设置下列保护、信号或联锁：

1 应沿人行道侧装设不能自动复位的紧急停车的事故断电开关，亦可沿机架设不能自动复位的拉绳断电开关，拉绳开关之间的距离不宜大于 40m；拉绳开关动作后，应停止胶带输送机的运动；

2 胶带跑偏保护或信号；

3 断带、打滑、纵向撕裂等保护；

4 胶带拉紧装置极限位置保护；

5 起动停车的预报及警告信号；

6 胶带的运行宜与其电磁除铁器、卸料小车、收尘系统等联锁；

7 长距离胶带运输机的事故断电开关，应校验相应的控制电器的动作可靠性。

7.3.13 物料连续运输系统应采用电气联锁，控制方式的选择，应符合下列规定：

1 当联锁机械少，独立性强时，宜在机旁分散控制；

2 联锁机械较少或联锁机械虽然较多，但允许分段控制时，宜按系统或工艺要求采用局部集中联锁控制；

3 联锁机械较多，工艺流程复杂时，宜采用控制室集中联锁控制或自动控制。控制装置宜采用计算机控制系统。

7.3.14 工艺设备的联锁控制系统设计中当尚需设置仪表自动装置时，电气与仪表控制应统一协调选择计算机控制系统。

7.3.15 电气联锁的启动和停车程序，应满足工艺要求，并应符合下列规定：

1 连续流程上的小容量电动机，宜采用分批成组延时启动，且启动时配电母线及电动机端子电压应满足启动力矩要求；

2 启动过程中，若减少电动机空载运行时间有明显的节能效果时，宜采用顺流程或分段逆流启动方式；

- 3 运行中，任何一台联锁机械停车时，应使给料方向的机械立即停车；
 - 4 因物料堵塞引起启动困难的生产机械，当流程以下的生产机械事故停车时，应在给料方向的机械停止后延时停车；
 - 5 采用手动方式调速的生产机械，宜以反映生产机械实际运行状态的接点参加联锁。
- 7.3.16 联锁线上，每台电动机旁或相对集中的现场操作箱上应装设手动、自动转换开关及启、停按钮，或同时具有以上功能的转换开关。
- 7.3.17 控制室或控制点与有关生产岗位之间的联系信号，宜采用声、光信号，联系频繁复杂时，可设置通信设备。
- 7.3.18 物料连续运输系统采用集中联锁控制时，应装设下列信号：
- 1 在控制室或控制点设置允许启动信号、生产机械运行信号及事故停车信号；
 - 2 沿运输线设置启动预告信号和启动警告信号。
- 7.3.19 控制装置采用计算机控制时，应符合下列规定：
- 1 应采取下列措施，保证控制系统可靠运行；
 - 1) 装置接地应符合计算机产品使用要求；
 - 2) 交直流控制线路不应共管共缆；
 - 3) 弱电信号宜采用屏蔽线；
 - 4) 重要的及大型的控制系統，应采用高质量的中间继电器，对输入、输出点进行电气隔离。
 - 2 应对输出点采取下列安全措施：
 - 1) 在输出回路装设短路保护，当控制系统需要时，应对保护的動作状态进行监视；
 - 2) 被控对象的额定工作电压和功率，不应大于输出点的允许电压和功率；
 - 3) 输出回路为感性负载时，应采用抑制过电压的措施，或采用输出隔离继电器。
 - 4) 应留有适当的输入、输出点数作为备用；
- 7.3.20 电动机采用管道通风冷却或轴承为强制性油冷时，应在冷却系统中装设测温仪表和必要的信号及联锁。
- 7.3.21 有极限位置保护要求的往复行走机械，除有反向应用的行程开关外，还应装设极限位置保护开关。
- 7.3.22 皮带运输机上方的可往返行走的电磁除铁装置，宜装设位置监视信号，并与皮带运输机联锁。
- 7.3.23 电动机控制电源的选择，应符合下列规定：

1 电源宜以本台电动机的主回路保护电器与启动器主接点之间引接；如由其它电源引接时，应装设主回路失压切断控制电源的连锁；

2 在控制室集中控制时，控制电源应单独设置，宜经隔离变压器向电磁线圈供电。隔离变压器的一次侧应接至线电压；

3 在 TN 系统中，当控制电源电压采用 220V 时，启动器及继电器吸引线圈的一端宜直接接至 N 端；

4 单独控制的电动机，当启动器和按钮组装在一起时，控制电源电压可采用 380V；

5 对可靠性要求较高的复杂控制回路，可采用直流电源。直流控制回路宜采用不接地系统并装绝缘监视。

7.3.24 电动机的控制回路应装设短路保护，当控制电源由电动机主回路引接，且符合下列条件之一时，可不装设：

1 主回路短路保护器件的额定电流不超过 20A 时；

2 启动器和按钮组装在一起时；

3 控制回路断电不会造成严重后果时。

7.3.25 配电线路应装设短路、过载和接地故障保护，作用于切断供电电源或发出报警信号。配电线路采用的上、下级保护电器，其动作应具有选择性。对于非重要负荷的保护电器，可采用无选择性切断。

7.3.26 配电线路的短路保护，必须在短路电流对线路产生热作用和机械作用造成危害之前切断短路电流。保护电器宜采用熔断器或具有瞬时、短延时功能的断路器。当保护电器为断路器时，短路电流不应小于瞬时和短延时动作过电流脱扣器整定电流的 1.3 倍。

7.3.27 配电线路的过载保护，应在过电流引起的导体温升对导体的绝缘、接头、端子造成危害之前切断负载电流，且当线路出现短时尖峰电流时，保护电器不应误动作。过载保护电器宜采用熔断器或断路器的长延时电流脱扣器，其熔体额定电流或断路器整定电流不应大于线路的允许载流量，且保证保护电器在约定时间内可靠动作的电流不应大于线路允许载流量的 1.45 倍。突然断电比过负荷造成的损失更大的线路，其过负荷保护应作用于信号，严禁作用于切断电路。

7.3.28 220/380V TN 系统配电回路的接地故障保护，应符合下列规定：

1 电气装置的正常不带电的外露导体应接地，接地干线与 PE 线及建筑物内的金属管道之间应作等电位连接；

2 切断故障回路的时间：

1) 配电干线和供给固定式电气设备的末端线路，不应大于 5s；

2) 供电给手握式电气设备和移动式电气设备的末端线路或插座回路，不应大于 0.4s。

3、当过电流保护能满足前款 2) 项保护要求时，宜采用过电流保护兼作接地故障保护，不能满足时，应采用零序保护，此时，保护整定值应大于配电线路最大不平衡电流，否则应采用漏电电流保护；

4 采用熔断器作短路保护，且当接地故障电流与熔体额定电流之比不小于保证保护电器在规定的时间内自动切断故障回路的电流与熔体额定电流之比时，可认为熔断器满足 2) 款要求。

7.3.29 为减少接地故障引起的电气火灾危险而装设的漏电电流继电器，其额定动作电流严禁超过 0.5A。

7.3.30 交流电动机应装设短路保护和接地故障保护，并应根据具体情况分别装设过载保护、断相保护和低电压保护。

7.3.31 交流电动机的短路保护器，宜采用熔断器或断路器的瞬动过电流脱扣器。必要时，可采用带瞬动元件的过电流继电器。

交流电动机正常运行，正常启动或自动启动时，短路保护电器不应误动作，并应符合下列规定：

1 短路保护电器宜采用保护电动机型；

2 采用熔断器时，熔体的额定电流应大于电动机的额定电流，且其安秒特性曲线计及偏差后略高于电动机启动电流和启动时间的交点。当电动机频繁启动和制动时，熔断体的额定电流应再加大 1 级~2 级；

3 采用断路器时，瞬时动作过电流脱扣器或过电流继电器瞬动元件的整定电流，应取电动机启动电流的 2 倍~2.5 倍。

7.3.32 交流电动机的接地故障保护，应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB50054 的有关规定。当电动机的短路保护器件满足接地故障保护要求时，应采用短路保护兼作接地故障保护。

7.3.33 交流电动机过载保护的装设，应符合下列规定：

1 运行中容易过载的电动机，启动或自启动困难而要求限制启动时间的电动机，应装设过载保护；

2 额定功率大于 3kW 连续运行的电动机，宜装设过载保护，但断电导致损失比过载更大时，不宜装设过载保护，或使过载保护动作于信号；

3 短时工作或断续周期工作的电动机，可不装设过载保护，当电动机运行中可能堵

转时，应装设保护电动机堵转的过载保护。

7.3.34 交流电动机过载保护器件的动作特性应与电动机过载特性相配合。过载保护器件宜采用热继电器或反时限特性的过载脱扣器，亦可采用反时限过流继电器。有条件时可采用温度保护或其它适当保护。

过载保护的動作时限应躲过电动机的正常启动或自启动时限，不能满足要求时，可采取下列一种措施：

- 1 热继电器经饱和倍数低的电流互感器接入电动机回路；
- 2 在启动过程的一定时限内短接或切除过载保护器件。

7.3.35 交流电动机以熔断器作短路保护时，应装设断相保护。以断路器作短路保护时，宜装设断相保护；当低压断路器兼作电动机控制电器时，可不装设断相保护；短时工作或断续周期工作的电动机或额定功率不超过 3kW 的电动机，可不装设断相保护；断相保护器件宜采用断相保护热继电器，亦可采用温度保护或专用的断相保护装置。

7.3.36 按工艺或安全条件不允许自启动的交流电动机，或为保证重要电动机自启动而需要切除的次要交流电动机，应装设低电压保护。低电压保护器件，宜采用断路器的欠电压脱扣器或接触器的电磁线圈，必要时可采用低电压继电器和时间继电器来切断主回路。

7.3.37 对生产过程自动化要求程度较高的生产装置，低压配电系统可采用智能型低压配电监控系统。

7.3.38 当起重机采用悬挂式滑触线供电时，宜设断线保护，作用于电源进线断路器跳闸。

7.4 配电线路

7.4.1 配电线路的选择应符合下列规定：

- 1 配电线路宜采用电缆线路，但下列情况可采用导线穿管：
 - 1) 小型冶炼厂的动力线路；
 - 2) 大中型冶炼厂的辅助生产车间当用电设备数量少时；
 - 3) 动力配电箱至单台电动机的动力线路；
 - 4) 照明线路。
- 2 潮湿腐蚀场所宜采用塑料护套电缆；
- 3 干线式配电的干线宜采用封闭式母线或电缆绝缘穿刺连接器、预分支电缆。

7.4.2 车间配电线路电缆芯数的选择应符合下列规定：

- 1 TN-C 系统应选用三相四芯电缆；
- 2 TN-S 系统应选用三相五芯电缆；
- 3 大电流远距离送电可选用单芯电缆，但严禁采用未经消磁处理的单芯铠装电缆。

7.4.3 车间配电线路电缆绝缘材料及护套选择:

- 1 一般车间选用聚氯乙烯绝缘, 聚氯乙烯护套电缆或交联聚乙烯电缆;
- 2 应急电源线路、消防系统线路应选耐火型电缆;
- 3 装设在吊顶内、地沟内、隧道内的电缆宜选用阻燃型电缆。

7.4.4 车间配线方式, 应根据车间环境特征和线路数量选择, 并应符合下列规定:

- 1 配电线路较多的车间, 宜采用桥架敷设方式, 配电线路较少时, 可采用塑料绝缘导线穿管暗设或臂式支架明设, 保护管的材质应满足相关规范要求;
- 2 多尘环境中敷设的桥架不宜采用槽式及托盘式而应采用梯级式并应加盖板;
- 3 有腐蚀性介质, 严重积尘、积水或有高温介质覆盖及漫流的场所, 宜采用托盘式电缆桥架或臂式支架明设, 潮湿腐蚀性场所, 当设备数量少或设备离配电点较近时, 可采用铜芯塑料绝缘导线穿厚壁塑料管暗设;
- 4 腐蚀性环境内敷设的电缆桥架, 应采用防腐型电缆桥架, 有腐蚀性液体喷溅可能时, 桥架应加盖板, 支架明设时, 支架应做防腐处理;
- 5 正常环境的照明线路, 可采用塑料绝缘导线明设。

7.4.5 在建筑物的顶棚内, 应采用金属管、金属线槽布线。

7.4.6 敷设在钢筋混凝土现浇楼板内的电线管, 最大外径不宜超过板厚的 $1/3$, 暗配的导管, 埋设深度与建筑物、构筑物表面的距离不应小于 15mm。

7.4.7 穿金属管的交流线路应将同一回路的所有相线及中性线穿入同一根管内。互为备用的线路不得共管, 不同回路也不应同管敷设, 但下列情况可以除外:

- 1 一台电机的所有回路 (含操作回路);
- 2 同一设备或同一流水作业线设备的电力回路和无防干扰要求的控制回路和信号线路;
- 3 引至小闸门的配电和控制回路;
- 4 电压为 50V 及以下的回路;
- 5 同类照明的几个回路, 但管内绝缘导线的根数不应多于 8 根。

7.4.8 大型冶炼厂, 当滑触线很长, 或滑触线上同时有几台起重机工作时, 应对供电线路和滑触线的电压损失进行验算, 当不能满足要求时, 应采取下列措施:

- 1 增大供电线路或滑触线截面;
- 2 对滑触线采取辅助导线供电或多供电点供电;
- 3 对滑触线分段供电时应在滑触线分段处设置稍长于集电器宽度的绝缘段;
- 4 当上述各款仍不能满足要求时, 可在滑触线中部设专用变压器供电。

7.4.9 导线与电缆的敷设应避开高温区，不可避免时，应采取隔热措施。导线或电缆不宜敷设在腐蚀性气体管道的上方及腐蚀性液体管道的下方，有困难时，应采取防腐措施。

7.4.10 电气管路和非电气管路之间的敷设，应符合下列规定：

1 与热水管和蒸汽管同侧敷设时，应敷设在下方，有困难时可敷设在上方，相互之间的净距离，不宜小于下列数值：

1) 位于热水管下方为 200mm，位于热水管上方为 300mm；

2) 位于蒸汽管下方为 500mm，位于蒸汽管上方时为 1000mm；

3) 当不能满足本款 1)、2) 项要求时，应采取隔热措施；对有保温措施的热水管，蒸汽管，上、下净距离可减至 200mm。

2 与不包括可燃气体及易燃、可燃液体管道的其它管道之间的净距离，不宜小于 100mm；

3 与水管同侧敷设时，应敷设在上方；

4 当管路交叉时，相互之间的净距离不宜小于相应上列情况的平均净距。

7.4.11 暗设于地下的电气线路，不宜穿过设备基础，如必须穿越时，应加保护管。在穿过建筑物伸缩缝、沉降缝时，应采取措施。

7.4.12 电缆不应在有易燃、易爆及可燃的气体管道或液体管道的隧道或沟道内敷设。

7.4.13 电缆桥架水平敷设时的距地高度不宜小于 2.5m；垂直敷设时距地 1.8m 以下部分应加盖板，但敷设在配电室、电缆夹层等电气专用房间内时除外。

7.4.14 钢制电缆桥架直线段长度超过 30m、铝合金或玻璃钢桥架长度超过 15m 时，宜设置伸缩节。电缆桥架跨越建筑物变形缝处，应设置补偿装置。

7.4.15 封闭式母线的敷设，应符合下列规定：

1 封闭式母线水平敷设时的距地高度不应小于 2.2m，垂直敷设时距地面 1.8m 以下部分应采取防止机械损伤措施；

2 封闭式母线的插接分支点，应设在安全及维护方便的地方。

7.4.16 下列电缆不宜敷设在同一层桥架上：

1 不同电压等级的电力电缆；

2 同一路径向一级负荷供电的双路电源电缆；

3 应急照明和其它照明的电缆；

4 强电和弱电电缆；

5 如受条件限制需敷设在同一层桥架上时，应用隔板隔开。

7.5 电测量仪表

7.5.1 低压配电室计量及测量仪表的装设，应符合下列规定：

1 变压器低压侧宜装设总电流表和有功电能表，但变压器高压侧已装有有功电能表时低压侧可不装设电能表；

2 有电能考核要求的配电回路，应装设有功电能表及无功电能表，75kW 及以上的电动机宜装设有功电能表。三相不平衡时，宜装设三相四线有功电能表；

3 100A 以上的配电回路，宜装设电流表，但单台电动机的专用配电回路，当机旁或控制屏上装有电流表时，可不装设。三相基本平衡的回路，可只装一只电流表；三相不对称度大于 15%及以上，应在三相上分别装设电流表；

4 每段低压母线上应装设电压表。电压表能通过转换开关分别测量三相电压。

7.5.2 单独或并列安装的动力配电箱，宜装设交流电压表；并列安装的动力配电箱可共用一只电压表，通过转换开关应能测量三相电压。

7.5.3 55kW 及以上的低压电动机，以及容易过载的机械及其他需要监视运行状态的机械的电动机主回路，应在机旁装设电流表。

7.5.4 需要在控制室内控制和监视运行状态的电动机，应在控制屏（台）上装设电流表，当需要记录过载状态时，系统未配备计算机装置或计算机未对其采样时，应采用记录式电流表。

7.5.5 电动机用电流表，应采用过载型。

7.5.6 电能计量装置的准确度等级应符合国家相关规范的准确度等级要求。

7.6 电气照明

7.6.1 车间照明方式宜采用一般照明。同一车间内的不同区域有不同的照度要求时，应采用分区照明；对于部分作业面照度要求较高，只采用一般照明不合理时，应增设局部照明；在一个工作场所内不应只采用局部照明。有色金属冶炼厂一般照明的照度标准，应符合本规范附录 G 的有关规定。

7.6.2 在正常照明因故障熄灭后，需要确保人员安全或生产继续进行的场所，应装设应急照明，应急照明应在正常照明故障熄灭后瞬时自动投入工作。应急照明作为正常照明的一部分使用时，应有单独的控制开关，且控制开关面板宜与一般照明开关面板相区别。

7.6.3 车间照明光源的选择，应根据使用场所的不同，合理地选择光源的光效、显色性、寿命等光电特性指标，优先使用节能型光源。无特殊要求不应采用白炽灯。

7.6.4 照明灯具的选择，应符合下列规定：

1 车间一般照明，应采用具有寿命长、高效节能型光源的灯具；

2 特别潮湿的场所，应采用防潮灯具或带有防水灯头的开启式灯具；

3 有腐蚀性气体和蒸汽的场所，宜采用防腐蚀性材料制成的密闭式灯具。采用开启式灯具时，各部分应有防腐蚀、防水的措施；

4 高温场所，宜采用带有散热孔的开启式灯具；

5 有尘埃的场所，应按防尘的保护等级分类，选择合适的灯具；

6 在振动、摆动较大的场所，灯具应有防振措施和保护网；

7 安装在易受机械损伤位置的灯具，应加保护网；

8 在有爆炸和火灾危险场所使用的灯具，应符合国家标准、规范的有关规定。

7.6.5 生产车间内检修照明的装设，应符合下列规定：

1 灯具的电压：

1) 正常环境应采用 36V；

2) 具有导电地面或高温、多尘、潮湿的场所，宜采用 24V 或 12V；

3) 工作场地狭窄且操作者接触大块金属面的场所，宜采用 12V。

2 灯具的供电方式：

1) 设置检修插座，由移动式照明变压器供电；

2) 大型车间，必要时，应设固定式照明变压器及检修专用线路和插座。

7.6.6 烟囱航空障碍照明的装设，应严格执行当地航空及交通部门的有关规定。排放有腐蚀性气体的烟囱障碍灯，应采用防腐蚀灯。为减少烟气对灯具的腐蚀，烟囱顶部的障碍灯装设在距烟囱顶部 3m~5m 处。

7.6.7 露天场所，巡视用照明回路宜由专用开关控制，灯具选用防水型。

7.6.8 车间电气照明设计，除应符合本规范规定外，尚应符合国家现行标准《建筑照明设计标准》GB50034的规定。

7.7 建构筑物防雷

7.7.1 冶炼厂主要建（构）筑物按防雷要求的分类，应符合下列规定：

1 下列建筑物应划为第二类建筑物：

1) 预计雷击次数大于 0.3 次/a 的建筑物；

2) 桶装汽油库、汽油加油站及泵站、液化石油气站、液化天然气站，桶装电石库、发生炉煤气站，以及露天装设的有爆炸危险的钢质封闭气罐。

2 下列建筑物应划为第三类建筑物：

1) 预计雷击次数大于或等于 0.06 次/a，且小于或等于 0.3 次/a 的建筑物；

2) 氧气站；

3) 户外煤气洗涤设施；

4) 高度为 15m 以上的烟囱, 水塔等孤立高耸建筑物;

5) 历史上雷害事故较多地区的重要建筑物。

7.7.2 防雷接闪器、引下线、接地干线及接地体, 应利用建筑物的金属屋面板、结构钢柱(钢筋)及基础钢筋。有困难时, 可单独设置。潮湿、腐蚀性场所单独设置的防雷接闪器、引下线、接地干线和接地体, 其材料的截面宜较正常环境至少加大一级规格选用, 并应作防腐处理。

7.7.3 装设于冶炼厂主烟囱顶部防直击雷的接闪器, 应采用耐腐蚀的金属材料制作, 引下线可利用钢筋混凝土烟囱的主钢筋, 但不得小于二根。

7.7.4 信息楼、调度楼、DCS 系统中央控制室等电子设备集中的场所应采用外部防雷和内部防雷等措施进行综合防护。

7.7.5 冶炼厂建筑物的防雷设计除应符合本规范规定外, 尚应符合国家现行标准《建筑物防雷设计规范》GB50057 和《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343 的有关规定。

7.8 配电室与控制室

7.8.1 配电与控制室的设置, 应符合下列规定:

1 配电室应尽可能设在靠近负荷中心;

2 控制室应设在生产机械的主要操作层便于观察运行情况的地方;

3 配电室与控制室应该避开多尘、腐蚀和振动的场所;

4 配电室与控制室应设在人员进出和电气设备运输方便的场所;

5 配电室与控制室内不应敷设与本室无关的管道。当采用集中空调通风系统时, 其管道不应设置在电气设备的正上方。

6 配电室与控制室不得设在各种溶液和厕所、浴池等积水场所的正下方, 且不宜与上述场所贴邻。如果贴邻, 相邻隔墙应做无渗漏、无结露等防水处理。

7.8.2 配电室与控制室对有关专业的要求, 可参照本规范第 3.9.1~3.9.8 条的规定。

7.8.3 配电室与控制室进出电气线路的孔洞及沟道, 施工完后应作防火封堵。

7.8.4 配电室低压配电屏前、后通道的最小宽度, 应符合表 7.8.4 的规定:

表 7.8.4 低压配电屏前、后通道的最小宽度 (mm)

型式	布置方式	屏前通道	屏后通道
固定式	单排布置	1500	1000
	双排面对面布置	2000	1000
	双排背对背布置	1500	1500

抽屉式	单排布置	1800	1000
	双排面对面布置	2300	1000
	双排背对背布置	1800	1000

注：当建筑物墙面遇有柱类局部突出时，突出部位的通道宽度可减少 200mm。

7.8.5 同一配电室内并列的两段母线，当任一段母线有一级负荷时，母线分段处应设防火隔板或隔墙。

7.8.6 配电室、控制室的净空高度不应小于 3m；

配电室、控制室的地面标高，应比车间地面高 100mm，潮湿环境和有液体漫流的场所，应高出 200mm。

7.8.7 低压柜下电缆沟深度宜为 0.8m~1.2m。沟宽不小于 1.5m（含主沟和附沟）。

7.8.8 车间油浸变压器室与车间配电装置应分室布置、车间干式变压器室与车间配电装置宜分室布置。若车间干式变压器与车间配电装置同室布置，干式变压器应带保护外壳，保护外壳的防护等级不应低于 IP20。

8 重有色金属冶炼厂车间电力设计

8.1 一般规定

- 8.1.1 本章适用于铜、铅、锌、镍、钴、锡等重有色金属冶炼厂的车间电力设计。
- 8.1.2 特殊场所（如高温、多尘、潮湿、腐蚀、爆炸性等）中的电气设备宜集中配置在与其环境相隔离的配电室或控制室内。
- 8.1.3 电气设备应避开高温和（或）多尘场所；当无法避开时，应采取隔热和防尘措施。粉尘较多时，宜采用防尘式，防护等级不低于 IP54；粉尘较少时，宜采用封闭式，防护等级不低于 IP4X。
- 8.1.4 电气设备应避开潮湿和（或）腐蚀场所；当无法避开时，应采取防潮和（或）防腐措施。潮湿和（或）腐蚀场所中电气设备的防护等级不低于 IP55。
- 8.1.5 原料车间、熔炼车间生产用起重机，宜采用安全型滑触线供电，当有多台吊车时应设置检修段。
- 8.1.6 高大厂房的照明宜采用金属卤化物灯具或其它高效光源，由不同母线段的两回线交叉供电。当采用带电感镇流器的气体放电光源时，宜将灯具分接在不同相序的线路上。
- 8.1.7 要求生产自动化水平较高的大中型冶炼厂的生产过程控制宜选用计算机控制系统，电气控制与仪表控制应综合考虑，合理选择计算机控制系统。

8.2 原料车间

- 8.2.1 本节适用于精矿仓、精矿干燥、熔剂仓、熔剂破碎、返料仓、返料破碎、配料、混合与制粒、原矿槽、原矿（料）破碎、碎矿堆场、原料磨、料浆仓等原料贮存或生产车间。
- 8.2.2 原料车间宜按厂房设置低压配电室，配电系统宜采用放射式。电气设备很少时，可采用现场动力配电箱配电。
- 8.2.3 破碎机、胶带输送机、回转窑、混捏机、制粒机等生产机械应按重载起动考虑，并设置过载型电流表。
- 8.2.4 圆筒干燥机、回转窑、鼓风机、制粒机、计量给料机 etc 生产机械，工艺要求调速时，宜采用交流变频调速。
- 8.2.5 采用电缆桥架沿输送干燥高硫精矿的皮带廊敷设电缆时，应配置盖板，宜优先采用在皮带廊外部敷设；当需要在皮带廊内部敷设时，宜选用无孔托盘式桥架。

8.3 焙烧与烧结车间

- 8.3.1 车间内应设低压配电室，配电系统宜采用放射式。
- 8.3.2 给料机、回转窑、混合机、烧结机、制粒机、风机等生产机械，工艺要求调速时，宜采用交流变频调速。

8.3.3 大型烧结机应设下列联锁与保护：

- 1 当给料系统事故停车时，烧结机及其点火风机应联锁停车；
- 2 烧结机、单轴破碎机过力矩时，应立即停车；
- 3 当烧结机润滑系统发生故障时，应发出信号。

8.4 熔炼车间

8.4.1 本节适用于闪速熔炼和熔池熔炼等火法冶炼工艺相关的车间。

8.4.2 大型冶炼厂熔炼车间生产用起重机的配电，应由车间变电所低压侧不同母线段以两回线引至滑触线电源开关，正常时一回路供电，事故停电时可采用手动或自动切换至备用回路。

8.4.3 车间内宜采用导线穿管或电缆桥架明设，不宜采用电缆沟配线和埋设于地面下的暗管配线。当不可避免时，埋设深度不应少于 1m，管径不应小于 25mm。

8.4.4 各种冶炼炉的热料进口、出料口、出渣口等特殊高温区域，不应敷设电气线路，当不能避开时，应采用耐高温电缆，并采取隔热防溅措施。

8.4.5 鼓风炉的装料系统、直线铸锭机、圆盘铸锭机应采用计算机控制系统进行程序控制。

（I）顶吹炉

8.4.5 本部分适用于顶吹浸没熔炼法和顶吹非浸没熔炼法等顶吹炉。

8.4.6 炉顶加料机为移动皮带时，宜采用移动电缆供电，并在机旁设主回路隔离电器。

8.4.7 喷枪流量控制和定位控制宜采用计算机控制系统，并设置现场操作箱。

8.4.8 喷枪提升机的传动及其控制，应符合以下规定：

1 喷枪提升机为一级负荷中的特别重要负荷，除应保证两个电源供电以外，应设置 15S 内投入的应急电源；

2 喷枪提升机宜采用变频调速及变频调速专用电动机；

3 应设置超速、过卷、过载、钢绳松弛、变频器故障、交流电源失电等保护；当保护动作时，应停止提升机的运动；

4 高速侧、低速侧应分别设置速度和位置检测传感器和制动器；

5 应设置喷枪提升机安全运行控制用计算机控制设备；

6 应在提升机近旁、换枪平台、操作平台、控制室等地设置控制屏（箱）和紧急停止按钮。

8.4.9 应在顶吹炉的操作平台、控制室等地设置系统紧急停止按钮，该按钮动作时，必须停止顶吹炉的空气、氧气、燃料和物料的供应。

（II）熔炼炉

8.4.10 本部分适用于侧吹式、底吹式等炉体可以倾动的熔炼炉。

8.4.11 事故倾炉电动机的自动起动联锁，应符合下列规定：

- 1 当工作电动机故障或交流主电源断电，自动起动事故倾炉电动机；
- 2 当转炉风压低或鼓风机停车时，应发出事故报警信号，条件具备时并自动起动事故倾炉电动机；
- 3 排风机、二氧化硫抽风机、烟气出口阀事故关闭等转炉排风装置故障时，应发出事故报警信号；
- 4 自动起动事故倾炉电动机时，尚应与放风阀联锁，使放风阀放风，保证鼓风机安全运行；
- 5 应设置转炉事故倾转到位时停止的位置开关；
- 6 工作倾炉电动机和事故倾炉电动机之间应设不能同时运行的闭锁。

8.4.12 当倾炉电动机采用鼠笼型电动机时，宜采用变频调速。

8.4.13 当倾炉电动机采用绕线型电动机时，在主回路应设置线路接触器。

8.4.14 当事故倾炉电动机采用直流电动机时应由蓄电池供电，当事故倾炉电动机采用交流电动机时应由应急电源供电。

8.4.15 转炉控制室与鼓风机控制室之间应设联系信号，必要时可设直通电话。转炉与起重机驾驶室之间应装设双向联络信号。

8.4.16 多台 PS 转炉实行轮换作业时，应设公用控制室，对公用的加料和送风系统等进行相应的转换控制。

(III) 矿热电炉

8.4.17 本部分适用于熔炼电炉、贫化电炉、合成炉贫化区、电热前床等矿热电炉。

8.4.18 电炉变压器的一次侧电压，应经技术经济比较确定，当容量在 10MVA 以上时，宜采用 35kV 及以上的电压。

8.4.19 大型六电极矩形矿热电炉，宜采用三台单相电炉变压器供电。

8.4.20 为满足矿热电炉开炉所需的电压数值，变压器高压侧可采用星形-三角形倒换接线；当不能满足要求时，应采取其他措施。

8.4.21 电炉变压器宜采用电动有载调压。大容量电炉变压器宜采用强迫油循环系统冷却形式。

8.4.22 电炉装置的操作断路器，应采用具有频繁操作性能的断路器。六电极矿热电炉用三台单相变压器供电时，可共用一台三相断路器，且每台单相变压器的高压侧应装设隔离开关。当有几台电炉同时工作时，应使各相的负荷尽量平衡。

8.4.23 三相电炉变压器保护用电流互感器宜采用三相电流互感器；

8.4.24 电炉变压器应装设下列动作于跳闸的保护：

- 1 电流速断；
- 2 带时限过电流、带时限过负荷；
- 3 变压器及其有载开关重瓦斯；
- 4 变压器温度超高、油箱压力超高。

8.4.25 电炉变压器应装设下列信号：

- 1 绕组及其引出线的相间短路；
- 2 绕组的匝间短路；
- 3 外部相间短路引起的过电流；
- 4 变压器过负荷跳闸；
- 5 变压器及有载开关轻瓦斯报警、重瓦斯跳闸；
- 6 变压器的油温过高报警或跳闸；
- 7 变压器油箱压力过高报警或跳闸；
- 8 有载开关的档位显示及监控；
- 9 强迫油循环系统运行或故障。

8.4.26 电炉装置应装设下列信号：

- 1 电炉高压通电及断电；
- 2 电炉冷却水、短网冷却水或冷却风机的故障；
- 3 控制和操作电源失压；
- 4 电极升降系统的运行和故障；
- 5 电极连续位置信号，以及上下极限位；
- 6 工艺要求的其他信号。

8.4.27 电炉装置应装设下列测量仪表：

1 电炉变压器一次侧的有功电能表、无功电能表、电压表、电流表。大型电炉还应装设三相有功功率、功率因数、谐波等测量仪表；

2 显示电极电流、电压值的电流表、电压表。电流表应有过负荷量程。测量电极电流的电流互感器宜安装在变压器的高压侧，当电炉变压器为 Y/Δ 接线组别时，互感器二次绕组宜接成三角形，并将电流表接成星形。

8.4.28 电炉装置应符合下列规定：

- 1 只有在电炉变压器强迫油循环系统油压正常后，才允许断路器合闸；

- 2 电炉变压器油循环系统工作时，冷却水应保持正常，并要求油压高于水压；
 - 3 当采用无励磁调压时，其分接开关只有在断路器断开电源时，才允许调压。
- 8.4.29 大型电炉的操作平台处，宜装设电极电流表、电压表和事故断电开关；并应在电炉操作区域内操作人员能观察到的地方装设电炉通电及断电指示灯。
- 8.4.30 电极升降的电气控制设计，应符合下列规定：
- 1 大、中型电炉的电极升降宜具有自动调节和手动操作的功能。小型电炉的电极升降可采用手动操作；
 - 2 当电极升降采用电气传动时，宜优先采用变频调速；备用驱动可采用手摇机构或应急电源驱动；
 - 3 当电极升降采用液压传动时，油路控制系统宜采用 UPS 供电；
 - 4 应装设电极升降极限位置开关和上闸环、下闸环、把持器、升降缸等位置开关；
 - 5 大型电炉宜装设最大工作电流保护，动作于断开电极下降控制回路。
- 8.4.31 电炉短网的设计，应符合下列规定：
- 1 电炉短网母线的材料，可通过技术经济比较确定。当短网采用铝母线时，接向电极的可挠导线（软铜带或铜软绞线）应采用铜铝过渡接头与铝母线连接；
 - 2 电流在 5000A 及以上的电炉短网与电炉变压器之间，应采用可挠性连接，兼作防震和温度补偿的伸缩器；
 - 3 应减少电炉变压器与电极的距离，缩短短网的长度；短网导体的排列应使阻抗尽量小，三相电炉应尽量使三相阻抗平衡；
 - 4 电炉短网母线间的垫块，宜采用绝缘用的硅材板或纤维板。夹板及其固定件应根据涡流的大小，全部或部分采用非磁性（或弱磁性）材料；
 - 5 当短网工作电压较高，环境较差易引起短路事故时，短网应采取封闭措施；当短网工作电压较低，环境较好时，短网可不封闭；
 - 6 电炉短网裸母线距变压器室地面不得低于 2.5m；距车间地面不低于 3.5m；采用防护等级不低于 IP2X 的网状遮拦时，高度不应低于 2.5m。网状遮拦与裸母线之间净距不应小于 100mm；
 - 7 电炉短网电流密度应按下列数值选取：
铝母线 $0.25\text{A}/\text{mm}^2 \sim 0.35\text{A}/\text{mm}^2$ ；
铜母线 $1.0\text{A}/\text{mm}^2 \sim 1.3\text{A}/\text{mm}^2$ ；
水冷铜导电管或水冷电缆 $2.5\text{A}/\text{mm}^2 \sim 3.5\text{A}/\text{mm}^2$ 。
- 8.4.32 需要进行带电焊接电极筒的矿热电炉，严禁将大地电位导入绝缘工作场地，且应采

取下列措施：

- 1 场地内不得引入接地线或接地金属体；
- 2 敷设于该场地的管线应采用绝缘材料管，或采取绝缘隔离措施；
- 3 在场地内工作的起重机的吊钩应对地绝缘，在地面上操作的电葫芦控制按钮的防触电类别为 II 类，控制电源应采用隔离变压器与 220/380V 接地系统隔离。

8.4.33 大型熔炼电炉的变压器高压侧宜设置电能质量监测装置，当电能质量不满足《电能质量供电电压允许偏差》GB12325、《电能质量电压波动和闪变》GB12326、《电能质量公用电网谐波》GB/T14549、《电能质量三相电压不平衡》GB/T15543、《电能质量电力系统频率允许偏差》GB/T15945 等标准要求时，应综合考虑其治理措施。

8.5 浸出与净液车间

8.5.1 本节适用于浸出（浓密）与净液（过滤）车间。

8.5.2 车间内应设与腐蚀性环境隔离的低压配电室，配电系统应采用放射式。

8.5.3 给料活塞泵电动机宜采用交流变频调速。

8.5.4 大型高温、高压给料泵及其电动机，应设置下列联锁或信号：

- 1 泵与润滑油泵的联锁；
- 2 轴承温度过高信号及轴承温度超过极限时停泵的联锁；
- 3 电动机的定子绕组温度过高信号；
- 4 泵与辅助设备之间的停车联锁；
- 5 当润滑油采用水冷时，应设有水流或水压信号，并宜设置监视油压高于水压的差压信号。

8.5.5 沉降速度快的浓密机的主传动装置，应设置过负荷信号和事故音响信号；提升装置的供电电源应与主传动装置的供电电源分接于不同母线段上。

8.5.6 在导电性介质的容器中，采用电极式液位计时，其控制电源电压不应超过 24V。

8.5.7 含砷量高的铜电解净液车间的脱铜电解槽，当采用加盖密封时，向脱铜槽供电的整流装置，必须在脱铜槽排气风机正常工作时才允许投入运行。

8.5.8 车间内宜采用非铠装的全塑电缆。但在有机械损伤危险的地方，应采取防护措施或采用塑料护套钢带铠装的全塑电缆。

8.5.9 车间内不宜采用钢管配线和电缆沟配线，应采用电缆桥架或臂式支架明设。电缆桥架应选用防腐型。电缆支架应作防腐处理，局部穿管应采取防腐措施。

8.5.10 腐蚀性较重场所的起重机，以及腐蚀性较轻的场所中不经常开动的起重机，宜采用防腐型滑触线或钢索吊挂软电缆供电。

8.6 电解车间

8.6.1 整流所至电解车间的直流母线，可采用铝母线；电解车间内的直流母线及电解槽的槽边母线，应采用铜母线。母线电流密度宜按下列数值选择：

- 1 铝母线 $0.5\text{A}/\text{mm}^2 \sim 0.7\text{A}/\text{mm}^2$ ；
- 2 铜母线 $1.0\text{A}/\text{mm}^2 \sim 1.5\text{A}/\text{mm}^2$ ；
- 3 槽边铜母线 $1.0\text{A}/\text{mm}^2$ 。

8.6.2 直流母线的敷设，应符合下列规定：

- 1 应使母线的敷设路径最短，安装维护方便；避免腐蚀性液体的喷淋；
- 2 沿同一路径敷设的正负母线，应进行动稳定验算；
- 3 正负母线间距离应尽量加大，不宜小于 100mm；

4 电解车间内的直流母线，当电压高于 120V 时，对地高度不应小于 2.2m。当对地高度不符合要求时可加装栅栏，加栅栏后对地高度不应小于 1.9m。当电压较低时，对地高度应符合不妨碍通行及便于安装维护的要求；

5 当直流母线的直线段较长时，铜母线每隔 30m，铝母线每隔 20m 宜装设一个母线伸缩接头；

6 穿过楼板的直流母线对楼板、梁、柱及电解槽的安全净距，不应小于 50mm。

8.6.3 直流母线连接，宜采用焊接。引至电解槽边母线的连接头，宜采用机械压板连接。接触面的电流密度不应大于 $0.1\text{A}/\text{mm}^2$ ，压接处应搪锡。在直流母线的铜铝连接处，应采用铜铝过渡接头。

8.6.4 大型铜电解车间，镍电解及电积车间，电解槽宜根据工艺操作要求分组装设直流母线短路开关，短路开关宜集中监控。

8.6.5 大、中型锌电解车间起重机滑触线，应由不同母线段以两回线路供电，并在车间内切换。小型锌电解车间起重机滑触线，宜采用两回线路供电，并在车间内切换。

8.6.6 腐蚀性较重的锌、镍、钴电解车间及镍、钴造液工段等的起重机滑触线，当车间较长时，宜采用单极绝缘式安全滑触线或双沟形铜电车线。腐蚀性较轻的电解车间，起重机滑触线可采用绝缘式安全滑触线。

8.6.7 电解车间阳极机组、阴极机组等辅助作业联动线，宜采用计算机控制装置。

8.7 对相关专业的要求

8.7.1 工艺专业

- 1 厂房配置中应考虑变压器室、配电室、控制室的适当位置；
- 2 转炉、回转式精炼炉、铸锭机等宜就近设置密闭的操作小室；

- 3 熔炼车间的电炉变压器室应贴近炉体布置并尽量缩短电炉短网长度；
- 4 各类正常生产时运动的设备应有完善的机械保护，并设置相应的现场检测元器件或装置；
- 5 破碎机、皮带运输机、回转窑、制粒机、混合机等应采用高起动转矩的电动机；
- 6 车间内电动机应选用封闭式；腐蚀性较重的场所应选用防腐型电动机或采取其他防腐措施；爆炸性场所应按《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058 选择电动机；
- 7 电解车间起重机的吊钩，应采取与直流母线电压相适应的对地绝缘措施；
- 8 车间内要求平稳运行、准确操作的起重机，宜采用变频调速。

8.7.2 土建专业

- 1 高温、多尘环境内（如原料车间、熔炼厂房、电收尘等）的变压器室、配电室等应做隔热或密闭处理；
- 2 电炉变压器室与熔炼厂房之间不应直接开门相通；条件不允许时，应采取防尘、防火措施；
- 3 电炉变压器室应设置容量为 100%变压器油量的贮油池，或设置容量为 20%变压器油量的挡油池并能将油排到安全地点的设施，安全地点的事故油池容量为 100%变压器油量；
- 4 大中型电炉变压器室，有条件时可考虑就地抽芯检查变压器的设施；
- 5 邻近电炉的控制室应整体设计金属屏蔽网；
- 6 电炉短网安装平台、焊接电极筒工作平台等应采用绝缘材料制作；
- 7 电解槽应对地绝缘。当直流母线电压小于或等于 250V 时，可用瓷砖、橡皮垫、塑料垫等绝缘；当直流母线电压大于 250V 时，应采用户外型支柱绝缘子绝缘；
- 8 在潮湿和腐蚀场所内的配电室和控制室，其地坪应高出车间地坪 200mm 及以上。不宜设直接通向车间的开启门窗。

8.7.3 水道专业

- 1 电炉短网的冷却水，应用净化水，其水质应符合下列要求：PH 值为 6.5～9.5，总固体含量不大于 250mg/l，总硬度不大于 4.2mg/l (以 CaCO_3 计)；进水压力为 0.3 Mpa～0.5Mpa，出口水温度不应高于 60℃；
- 2 电炉变压器的冷却水流量、压力不得高于设备允许值；
- 3 短网冷却水、变压器冷却水宜装水流监视器，在断水时报警；
- 4 大型高温、高压給料泵、大型风机及其电动机，除常规的联锁及保护外，当润滑

油采用水冷时，应设有水流或水压信号，并宜设置监视油压高于水压的差压信号。

8.7.4 暖通专业

- 1 密闭的配电室等宜设置机械通风设施，当机械通风不能满足要求时，可采用空调；
- 2 当电气设备室、电缆夹层需要采用机械通风时，应考虑防尘措施。

8.7.5 电信专业

- 1 控制室、有人值班的配电室应设置调度电话；
- 2 转炉控制室与鼓风机站、转炉控制室与起重机驾驶室之间宜装设直通电话；
- 3 配电室、控制室、电缆夹层等应按国家现行标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的有关规定设置火灾报警系统。

9 氧化铝厂车间电力设计

9.1 一般规定

- 9.1.1 车间变电所应按车间或工段设置。主要生产车间的车间变电所应由两个电源供电，设两台变压器。每台变压器应能满足全部一、二级负荷的用电需要；负荷较小，对生产影响小的车间，可设一台变压器，并应设低压联络线。凡采用末极切换的用电设备供电电源，宜设第三应急保安电源。
- 9.1.2 主要生产车间变压器低压侧总开关和母线分段开关，宜采用断路器。
- 9.1.3 沉降槽、分解槽和品种槽应装设备用电源自动投入装置。
- 9.1.4 主要生产车间的低压配电级数，不应超过两级。
- 9.1.5 低压配电回路应按回路总数的 20%预留备用回路。
- 9.1.6 厂房内应设置一些检修电源开关。
- 9.1.7 车间配线应采取抗腐蚀措施。
- 9.1.8 在潮湿和腐蚀场所内配电室和控制室，其地坪应高出车间地坪 450mm~700mm；当设在楼上时，其地坪可高出楼面 200mm。不宜设直接通向车间的开启门窗。
- 9.1.9 电气设备防护等级，应按环境特征选择，并应符合下列规定：
- 1 多尘场所宜采用 IP44；
 - 2 潮湿、腐蚀性场所宜采用 IP55，并应满足防腐要求；
 - 3 防腐等级不够的大容量电动机，宜采用管道通风方式。
- 9.1.10 电动机需要调速时，宜采用变频调速。大容量中压变频调速电机电压宜采用 660V。
- 9.1.11 电动机需要软启动时，应向工艺推荐采用机械软启动联轴器。
- 9.1.12 当电气设备控制系统与仪表控制系统合一设置时，或纳入仪表自动化控制系统的用电设备，应统一协调采用计算机控制系统，并应设视频监视。
- 9.1.13 气温高于 32℃地区的变（配）电室和控制室，应采取通风、降温措施、防火密封门窗。
- 9.1.14 集中控制的用电设备现场应设有远控、近控及紧急停机三工位旋钮；控制电源宜由主回路分支供电。
- 9.1.15 现场指示仪器处应设局部照明；手动操作阀门处应设事故照明；楼梯走廊应设疏散照明。
- 9.1.16 变（配）电室屏（盘、柜），应按直线配置。

9.2 原料车间

- 9.2.1 本节适用于原矿槽、原矿破碎、碎矿堆场、石灰炉、原料磨、料浆仓和原料输送线等。
- 9.2.2 料浆仓的低压配电室，宜在料浆仓底泵房外独立设置。
- 9.2.3 碱粉仓可由一回低压线路供电。
- 9.2.4 原料车间的物料输送系统，应设置电气联锁。宜采用计算机装置在控制室集中控制，仪表料位纳入计算机监测系统。混匀取料机除应装设联锁外，还应设视、音通讯，宜采用角钢滑触线供电。
- 9.2.5 移动卸料小车配电，宜采用绝缘式安全滑触线；限位控制宜采用接近开关；起动控制设备不宜装设在车上；控制信号线应固定敷设。
- 9.2.6 翻车机系统宜设计算机装置集中控制，并设上位机及视频监视。
- 9.2.7 石灰炉上料系统，出料系统和鼓风机等，宜采用计算机装置在控制室集中控制，并设视频观察加料、卷扬机等工况。
- 9.2.8 石灰炉卷扬机主传动电动机，选用重型起动变频电机，加、减速起始点选用接近开关。
- 9.2.9 原料磨主传动、辅助传动、润滑系统、磨前给料、磨后前槽和输送泵等，宜由设计总承采用计算机控制装置实现单系统联锁程序控制。
- 9.2.10 大型球磨机宜采用高压同步电动机传动；励磁装置应具有环境要求的防护等级；同步机与励磁机应为同一供电电源系统。
- 9.2.11 多台原料磨宜设控制室集中控制，并按需设视频监视。

9.3 烧结与焙烧车间

- 9.3.1 本节适用于烧结、焙烧、电气净化、燃料、熟料中碎车间、氢氧化铝运输系统和氧化铝包装工段。
- 9.3.2 同一回转窑的用电设备，应由配电所同一段母线供电。
- 9.3.3 烧结、焙烧车间，下列电动机宜采用变频调速：
- 1 烧结回转窑主转动、鼓风机、排风机、饲料泵和煤粉饲料机；
 - 2 焙烧炉鼓风机；
 - 3 立盘过滤机。
- 9.3.4 烧成窑的主传动和辅助传动之间，应有电气联锁；主传动电机应采取隔热措施。
- 9.3.5 烧结回转窑宜按窑分设监视火焰和熟粉块况的工业电视；鼓风机、给煤粉转速、电滤器、排风机等工序宜采用计算机装置集中控制。
- 9.3.6 烧结回转窑的原煤和窑灰运输系统、煤粉制备系统、熟料中碎、熟料运输系统和

氢氧化铝输送系统，应设电气联锁，并宜采用计算机装置在控制室集中控制。

9.3.7 烧结回转窑控制室与有关生产岗位，应设生产联系信号；主传动电动机附近，宜装设起动预告信号。

9.3.8 焙烧炉宜采用计算机控制系统；点燃装置与排风机应连锁，排风机起动后方可点燃。

9.3.9 焙烧炉鼓风机电动机的起动设备，应按重载起动选择。

9.4 高压溶出与熟料溶出车间

9.4.1 本节适用于高压溶出、熟料溶出、赤泥分离洗涤、叶滤、脱硅等工段。

9.4.2 高压溶出电气控制，应与自动化仪表的计算机控制系统统一考虑。

9.4.3 沉降槽槽顶搅拌机控制箱应采用双电源双回路供电的末极切换控制箱。

9.4.4 高压溶出和脱硅的进料活塞泵，宜采用变频调速。电动机的保护和控制设备，应配置在泵附近的配电室内，并应在电动机旁设就地控制箱。在集中控制室内应设监控设施和停机按钮。

9.4.5 溶出磨工段设集中监控室，溶出磨宜采用计算机控制系统实现单系统连锁程序控制；熟料給料设视频监控。

9.4.6 当熟料溶出磨采用高压同步电动机传动时，应符合本规范第 9.2.10 条的规定。

9.4.7 叶滤机应设置能进行点动控制的脚踏开关或点动按钮，并应在机旁设切断主回路电源的紧急停车开关。

9.5 分解过滤与蒸发车间

9.5.1 本节适用于种子分解、碳酸分解、氢氧化铝过滤、母液蒸发和包装工段。

9.5.2 碳酸分解低压配电室宜靠近分解出料泵房。

9.5.3 碳酸分解槽和种子分解槽的机械搅拌装置，宜采用高起动转矩的笼型电动机。

9.5.4 由单电动机传动单轴机械搅拌的种子分解槽和晶种槽，应分组设置两套互相独力的起动控制设备和电缆线路。为其供电的电源宜设第三保护电源。

9.5.5 种子分解工段应与自动化仪表计算机控制系统一并考虑，采用集中切换操作控制。

9.5.6 氢氧化铝盘式过滤机、流量调节泵，宜采用变频调速。盘式过滤机、卸料机和皮带运输机之间应设置电气联锁。

9.5.7 蒸发工段的操作控制，应与自动化仪表控制系统统一考虑。

10 铝电解车间电力设计

10.1 电解车间电力

10.1.1 大、中型铝电解车间的车间变电所，每个变电所宜设置两台变压器，并分别由两个电源供电；每台变压器应能满足全部负荷95%的用电需要。

10.1.2 电解车间辅助系统供电宜设置第三电源。

10.1.3 车间起重机的滑触线应采用安全滑触线，宜由车间变电所不同母线段的两回路供电，并应设置切换开关。当安全滑触线由不允许并联的多回路供电时，应在安全滑触线分段处设置稍长于集电器宽度的隔离段。

10.1.4 电解槽上电动机的配电，应符合下列规定：

1 当电动机或配电系统绝缘破坏时，电解槽电位不得移至220/380V中性点接地系统上，也不得通过交流网络使处于不同电位的电解槽发生电的联系；

2 不得将大地电位导入电解槽操作区，并应采取下列措施：

1) 电解槽上的电动机应经隔离变压器供电，隔离变压器的一、二次侧中性点均应绝缘，当系列电压低于1000V时，绕组间1min的工频耐压不得低于3000V，当系列电压高于1000V时，绕组间1min的工频耐压不得低于5000V；

2) 若干台电解槽可共用一台隔离变压器，应按工艺作业组划分，但电解槽数不宜超过25台，且隔离变压器二次侧供电干线应装设绝缘监视装置。隔离变压器宜组屏安装；

3) 为电解车间供电的隔离变压器应靠近电解车间安装；

4) 中性点接地系统的导体敷设高度不应小于4m。离电解车间操作地坪的4m范围内不应有接地金属构件。安装在距电解车间操作地坪4m范围内的隔离变压器二次侧的用电设备和保护、起动、控制设备应采用绝缘安装。隔离变压器亦应与其安装支架绝缘；

5) 烤槽及检修电源应经隔离变压器供电，其供电电源设备应采用绝缘安装。

10.1.5 向电解槽上电动机供电的隔离变压器容量，应按下列原则确定：

1 一台变压器供电给1台～5台电解槽时，应按其中一台电解槽上同时工作的电动机容量之和确定；

2 一台变压器供电给5台～25台电解槽时，且分属于N个生产组管理，变压器容量应按N台（非自动控制时）或5台～10台（计算机自动控制时）电解槽上同时工作的电动机容量总和确定；

3 隔离变压器的容量，还应进行电动机起动和运行压降校验，变压器二次侧绕组宜有+10%抽头，阻抗压降不应大于5%。

10.1.6 引至铝电解槽的配线段，除防止交、直流相互短路外，应设隔热和防止漏槽铝水烧坏等保护措施。

10.1.7 槽控箱的控制电源，应由两个单独的隔离变压器供给，当其中一台变压器发生故障或检修时，另一台变压器应保证全部用电。

10.1.8 电解厂房动力和照明配电箱，应采用防尘式，宜设置在厂房中间走廊内或厂房端部，距离电解车间操作地坪应大于4m。

10.1.9 电解车间操作地坪下，电解槽母线层内若设计照明时，照明设备应经隔离变压器供电。

10.1.10 电解车间电气设备的接地干线可利用起重机轨道，但需采取下列措施：

1 起重机轨道及与之相连的金属结构和接地线，敷设高度距电解车间操作地坪均不得小于4m；

2 起重机轨道接地连接线应沿厂房外墙引至接地极。

10.1.11 电解厂房起重机的吊钩应在吊钩与钢丝绳、小车与卷筒、桥架与小车间采取三级绝缘措施。每级的绝缘电阻应按系列电压检验，每100V不应小于 $0.1\text{M}\Omega$ 。多功能联合起重机，在机械上亦应有三级绝缘措施，且不得通过配电线路将大地电位导入靠近地面的驾驶室。

10.1.12 浓相输送系统应采用计算机装置集中控制。

10.1.13 超浓相输送系统主电机需要调速时，宜采用变频调速。超浓相输送系统应采用计算机装置集散控制，各子系统宜间断运行；信号线宜采用屏蔽线。各子系统的风机，应就近接自车间变电所的低压母线段。

10.1.14 大、中型电解车间宜作防建筑钢筋和金属构件电化腐蚀的接地。

10.1.15 沿电解厂房(包括厂房端头)40m范围内直埋的电缆当采用金属铠装电缆时应采用具有塑料外护套的电缆。

10.2 铝锭铸造车间

10.2.1 大型车间宜由两台变压器、两个电源供电，每台变压器应能满足一台混合炉全部负荷的用电需要。中型车间可设置一台变压器，但应设联络线。

10.2.2 大、中型车间的起重机，宜由两个电源供电。

10.2.3 圆杆连铸连轧机组的浇铸、轧制和卷线等，应采用计算机装置实现程序控制。主传动电动机宜采用直流电机。配电控制柜应设置在单独的小室内。

10.2.4 连续铝锭铸造机的浇铸、扒渣、堆垛和检测等，应采用计算机装置实现程序控制。配电控制柜宜在机旁安装。

11 镁钛与工业硅厂车间电力设计

11.1 一般规定

11.1.1 整流所自用电，镁氯压机室、净气室、氯化车间和全厂性水泵站，应设置两台变压器，双回路供电，每台变压器应能满足全部负荷的100%的用电需要。

11.1.2 镁电解车间、钛氯化精制车间和还原蒸馏车间，应设置两台变压器，双回路供电，每台变压器应能满足全部负荷的100%的用电需要。若负荷较小可设置一台变压器，但应设低压侧联络线。

11.1.3 镁电解车间不得将大地电位导入电解槽操作区，并应采取下列措施：

1 车间低压配电系统应采用380V，IT系统，电解槽起动烤槽变压器应采用移动式，干线供电。IT系统应设置接地监测装置。用电设备的外露可导电部分应可靠接地；

2 烤钩器、电解槽烘槽加热器、真空抬包、带刮板氯气导管、氯气管道清理机、起重机、高温熔体泵、阴极清刷车和移动风机等设备，应经隔离变压器供电，隔离变压器室应采取通风设施。

11.1.4 镁电解车间起重机吊钩对地应有三级绝缘，其要求可按本规范第10.1.11条的规定执行。

11.1.5 镁电解车间电气设备的接地干线，可利用起重机轨道，并应符合本规范第10.1.10条的规定。

11.1.6 镁电解车间起重机滑触线应采用安全滑触线，应由车间变电所不同母线段的两回路供电，并应设切换开关。镁电解电气设备应采用防腐型。

11.1.7 大、中型镁与钛和工业硅配料车间的物料输送系统，应采用计算机装置实现集中联锁控制，在胶带输送机的两侧应装设不能自动复位的拉绳断电开关。

11.1.8 镁电解车间照明，应符合下列规定：

1 车间应设两台380/220V专用照明变压器，并与配电箱一起放置通廊内；距直流母线4米内的照明设备应经隔离变压器供电；

2 一楼平面照明应采用36V电压。

11.1.9 镁氯化车间的氯化部，电解车间与氯压机室，钛配料车间的熔炼部、氯化部与精制部、还原蒸馏部，液氯库均应设置应急照明。

11.1.10 蒸馏还原炉的电加热元件的调控开关，宜采用晶闸管无触点开关，并应通过计算机装置实现过程控制。

11.1.11 蒸馏还原炉过液管的密闭加热器，应采用二次电压低于110V的隔离变压器供电。

- 11.1.12 蒸馏还原炉仪表控制电源，应采用双电源、双回路供电，并应装设备用电源自动投入装置。
- 11.1.13 氯化腐蚀场所的起重机，应采用塑料拖动机带动的软电缆供电。
- 11.1.14 钛氯化的油焦烘干、混合系统，宜采用PLC集中控制；给料机宜采用变频调速。
- 11.1.15 钛氯化、精制车间变(配)电所，宜为独立式车间变(配)电所。
- 11.1.16 蒸馏还原炉滑阀真空泵与其入口的电动或电磁阀门，应设延时开闭阀门的联锁控制。
- 11.1.17 检修照明变压器，氯化部宜采用固定式；其他厂房可采用移动式。

11.2 氯化竖式炉、钛熔矿炉与纯硅炉

- 11.2.1 氯化竖式炉上、下两排电极，应分别由两台规格相同的变压器供电，当两台变压器由同一干线供电时，过负荷保护应分别装设。
- 11.2.2 氯化竖式炉变压器应带有载调压开关，两台变压器应能分别调节负荷。
- 11.2.3 短网母线连接应采用焊接；铜铝接头宜通过铜铝过渡板焊接。氯化竖式炉母线穿墙处应严密封堵；车间内的母线应涂防腐漆保护。
- 11.2.4 氯化竖式炉电控设备与过程控制仪表设备，应设置在同一主控室内。主控室宜设可观察操作区的双层密闭观察窗及视频监视系统；与操作区的隔墙不宜开设活动门窗；地坪应高出操作层100mm。
- 11.2.5 氯化竖式炉控制室控制屏的防护等级宜为IP54。
- 11.2.6 钛熔矿炉应按电弧炉配置电气设备；纯硅炉应按矿热炉配置电气设备。
- 11.2.7 钛熔矿炉装置的工作短路电流，不应大于电炉变压器额定电流的3倍；当采用电抗器限制短路电流时，电抗器可不设旁路开关。
- 11.2.8 钛熔矿炉和纯硅炉宜设电极自动调整装置。
- 11.2.9 钛熔矿炉和纯硅炉变压器，应采用一次抽头的单级有载调压电炉变压器，并应设置具有可频繁操作性能的操作断路器。
- 11.2.10 钛熔矿炉和纯硅炉变压器，宜设置在电炉操作层的同一层平面。
- 11.2.11 电炉短网母线的电流密度宜为：铜 $1.0\text{A}/\text{mm}^2 \sim 1.2\text{A}/\text{mm}^2$ ；铝， $0.6\text{A}/\text{mm}^2 \sim 0.75\text{A}/\text{mm}^2$ 。
- 11.2.12 氯化竖式炉、钛熔矿炉与纯硅炉的电力设计，除应执行本标准规定外，尚应符合国家现行标准《电热设备电力装置设计规范》GB50056 的有关规定。

12 炭素厂车间电力设计

12.1 一般规定

- 12.1.1 本章适用于石墨化品和糊类生产、焙烧制品生产的炭素厂。
- 12.1.2 煅烧车间、配料筛分车间、焙烧车间、阳极组装车间，宜设置两台变压器两回线路供电，每台变压器应能满足全部负荷 60%的用电需要。负荷集中的石墨化车间机械加工车间可设置一台变压器，其中重要负荷由低压联络线取得备用电源。原料库可设一回低压线路。
- 12.1.3 厂区内车间变电所，应采用户内或箱式变电站。
- 12.1.4 多碳粉尘和沥青烟气场所电机电器防护等级应为 IP54。
- 12.1.5 配电室和控制室门窗应做到防火密闭；控制室与配电室间应有墙隔开。
- 12.1.6 物料的粗碎、中碎、磨粉、磨粉料供应、返回料、石墨化炉充料、焙烧炉填充等工艺流程及运输系统，宜采用计算机装置在控制室实现联锁程序集中控制；机旁应设置安全开关和试车按钮。
- 12.1.7 阳极组装生产线，宜采用计算机控制系统，并根据需要设视频监控。
- 12.1.8 主要生产车间宜采用阻燃电缆，及封闭桥架敷设，并应避开烟气管道敷设。施工完后应作防火封堵。
- 12.1.9 热煤锅炉宜采用程序控制，锅炉引风机起动后方可点火、灭火后延时停止运行。
- 12.1.10 频繁进行接线组合或频繁通断投切加热元件的调控开关，宜采用无触点开关或调功器。
- 12.1.11 由地面滑触线供电的运输小车，其滑触线的电压应采用 36V。
- 12.1.12 同一工艺流程的用电设备，应由配电所同一段母线供电，辅助传动电机，应接在不同的母线段。
- 12.1.13 集控室宜设空调。

12.2 电煅烧炉

- 12.2.1 电煅烧炉宜采用三相交流有载调压的电力变流装置供电。变流装置直流输出的正极，应引至炉顶导电电极。
- 12.2.2 短网的夹具应采用符合强度、耐热和绝缘要求的材料，不宜采用木质材料。
- 12.2.3 有载调压变流装置的直流电压级差按 3V~5V。
- 12.2.4 变流装置出线端与短网母线之间，应采用软连接。
- 12.2.5 短网母线宜采用铝母线，短网母线截面按电流密度 $0.6\text{A}/\text{mm}^2$ 选择。
- 12.2.6 电煅烧炉变流装置室，应紧邻电煅烧炉厂房设置，其底层为变流器室；上层为

高低压配电室及控制室。在炎热地区应避免西晒。

12.2.7 电煅烧炉变流器室不应有门及活动的窗与相邻电煅烧炉厂房相通；引至电煅烧炉的母线穿墙洞，宜采用粘土耐火砖砌筑封堵；穿墙洞中心对地高度应大于 3m。

12.2.8 多组电煅烧炉，宜集中在一个控制室进行控制。

12.2.9 控制室通往电煅烧炉的门加门斗，并密闭防尘。控制室宜采用防滑瓷砖地面、天棚吊顶、掺胶白灰粉刷墙壁、日光灯照明，设空调。

12.2.10 电煅烧炉变流装置的控制、保护、测量，应符合本规范第 6 章、第 4 节的有关规定。

12.2.11 电煅烧炉变流装置及辅助冷却装置等，宜采用计算机装置及上位机监控；并将自动化仪表有关检测数据纳入其中；视频监视烟囱口火焰。

12.2.12 电煅烧炉的上料及出料运输系统，宜采用电气连锁，宜采用计算机装置在控制室集中控制。

12.2.13 电煅烧炉出料转盘的传动电动机，宜采用变频调速，应根据电煅烧炉负荷的大小闭环自动调节转速。

12.2.14 电煅烧炉的冷却水系统应由两个电源供电，互为备用的水泵应分别接在不同电源的母线段。

12.3 石墨化炉

12.3.1 石墨化炉应由有载分接开关调压的电力变流装置供电，有载分接开关油箱宜设自动滤油装置。

12.3.2 石墨化炉变流装置调压，应满足下列要求：

- 1 最低电压与最高电压之比，应大于 30%；
- 2 电压级差不宜大于 5.5V；
- 3 宜设 15V 相控电压。

12.3.3 石墨化炉变流装置高压侧的操作断路器，应采用具有频繁操作性能的断路器，并应采用电动操作机构。

12.3.4 用于石墨化炉变流装置直流侧串并联的倒换开关，宜采用双断点桥式隔离器。

12.3.5 石墨化炉变流装置除应符合本规范第 6 章有关条款外，尚应符合下列规定：

- 1 宜采用 12 脉波变流装置；
- 2 宜采用同相逆并联结线；
- 3 直流正负母线在配置上，应采取防止发生短路的措施；
- 4 直流母线配置在地沟内时，应设考虑检修方便，当采用母线隧道时，应设置通风

装置，隧道和地沟应有排水措施。

12.3.6 石墨化炉属于单极接地的直流系统，应根据本规范第6章6.5节有关条款的规定采取保护措施。

12.3.7 石墨化炉直流装置室，应紧靠石墨化车间配置；在炎热地区应尽量避免配置在西晒位置。装置室不应有门及活动的窗与相邻的石墨化厂房相通；引至石墨化母线穿墙处设置防火隔板。

12.3.8 串极石墨化炉由移动变流台车供电时，应满足下列要求：

- 1 设滑触线电源隔离开关，并与电源断路器闭锁；
- 2 变流装置使用环境污秽等级为户外Ⅲ级；
- 3 台车行走传动电动机应采用变频调速；行走速度为 $0\text{m}/\text{min} \sim 18\text{m}/\text{min}$ ；
- 4 台车停车位置精度为小于等于 $\pm 5\text{mm}$ ；
- 5 台车上宜设计算机装置监控变流装置及辅助冷却器、台车行走等设备，并与控制室计算机通讯；
- 6 台车行走与高压电源断路器闭锁。

12.3.9 石墨化炉的控制室宜单独设置，亦可与总降压变电所控制室合并。控制室不宜有门与石墨化厂房直接相通，必须设门时，应采取防尘措施。

12.3.10 多组石墨化炉配置在一个厂房内时，宜集中在一个控制室进行控制。

12.3.11 短网母线截面按发热条件的允许载流量选择。

12.3.12 石墨化炉的短网宜采用铝母线，但炉头及炉尾电极的引出线宜采用铜母线，铜铝母线的连接应采用铜铝过渡接头焊接。

12.3.13 石墨化炉变流装置的保护、监控应符合本规范第6章第6.4节的规定。

12.3.14 石墨化炉按工艺功率曲线送电，宜采用人工手动调节和计算机装置自动调节方式。

13 氟化盐厂车间电力设计

13.0.1 制酸、制盐、压缩空气站和锅炉房等主要生产车间的变电所，技术经济合理时，宜设置2台变压器，受条件限制时可设置1台变压器，并设低压联络线取得备用电源。当一台变压器停止运行，另一台变压器或低压联络线应能满足车间主要负荷的用电。

车间变电所应采用户内式。制酸和制盐车间的变电所，不应设置在溶液槽的楼板下，应避免酸、碱溶液的管道从变压器室上部或通风窗一侧通过。

13.0.2 反应窑及其给料机械，宜集中在窑前操作。

13.0.3 反应窑的排风机、洗涤塔的给水泵、氢氧化铝溶解槽和石膏中和搅拌槽等装置的低压电源，应设置备用电源自动投入装置。

13.0.4 反应窑的负压风机和助燃一次风机与炉前的煤气阀门，应联锁控制，并应符合下列规定：

- 1 在煤气点火前，应先开动负压风机和助燃一次风机；
- 2 当负压风机突然停止运转时，应立即关闭炉前两个煤气阀，并应打开炉前放散阀。

13.0.5 合成氟化钠冒罐检测报警时，应立即联锁停止加料和搅拌。

13.0.6 电气设备防护等级，应按环境特征选择，并应符合下列规定：

- 1 制酸、制盐车间的腐蚀性场所应采用IP65，并应满足防腐要求；
- 2 多尘场所宜采用IP54；
- 3 高温场所应采取隔热措施。

13.0.7 制酸、制盐车间的配线，应采用塑料外护层铜芯电缆和加盖的防腐型桥架。局部敷设可穿硬塑料管埋设。

14 稀有金属冶炼厂车间电力设计

- 14.0.1 本章适用于铍、锂、锆、钨、稀土、钽、铌等稀有金属冶炼厂车间电力设计。
- 14.0.2 各种金属的主要生产车间，应设置车间变配电所。变配电所的位置应避开腐蚀严重和多尘的场所，并应尽量靠近负荷中心。配电室的地面，应高出车间地坪 100mm～200mm。
- 14.0.3 稀有金属冶炼厂宜设一座高压配电室，放射式向各主要车间馈电。车间宜采用单台变压器。并从相邻车间取得低压联络线，联络线的负载能力应满足主要生产设备的用电。
- 14.0.4 厂区电力线路的主干线，宜采用电缆桥架敷设。由电缆桥架引出的支线，一般采用电缆穿管暗设。
- 14.0.5 湿法冶炼车间的配电线路和控制线路，均应采用电缆桥架敷设，电缆桥架至用电设备处宜采用电缆穿厚壁塑料管敷设。电缆桥架应选用防腐型。
- 14.0.6 湿法冶炼车间应按工段设置单元控制室。配电设备和控制设备应设置在控制室内。现场应设防腐型控制按钮、开关或采用防护等级较高的工程塑料防腐型密闭箱体。
- 14.0.7 湿法冶炼车间照明宜选用少盏数，大功率的防腐型灯具，并集中控制。
- 14.0.8 湿法冶炼车间的接地系统，应有良好的电气连接和可靠的防腐措施，并应便于检修。
- 14.0.9 干燥器、干燥窑、干燥塔等高温区域内敷设的配电线路应为耐高温电缆。
- 14.0.10 氧化铍转管炉应采用晶闸管调功器进行温度控制。控制柜必须安装在与管炉间相邻的控制室内。控制室和管炉间应设玻璃隔断，并应有良好密封，控制室应设正压通风。**
- 14.0.11 铍火法冶炼车间的熔炼电弧炉和锆炭化电弧炉，宜设电极升降自动调节器，控制台安装在控制室内。锆炭化电弧炉的电极提升装置应设应急电源。
- 14.0.12 电弧炉车间的照明灯具应选用防尘型，宜采用高瓦数、少盏数的局部照明方式。
- 14.0.13 萃取槽的搅拌设备，应采用变频调速。萃取区应设置 36V 局部照明灯。
- 14.0.14 锆和稀土煅烧设备，应采用计算机装置对多参数实行综合程序控制。
- 14.0.15 钽金属的钠还原炉冷却水断水时，应自动断电并发出信号。
- 14.0.16 各生产车间均应根据需要设置检修开关箱。湿法冶炼车间应选用密闭防腐型检修开关箱。
- 14.0.17 存放和掺合易燃、易爆有机溶剂的原料库、生产工序、生产过程中有粉尘产生

的车间的电气设计，应符合国家现行标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058 的有关规定。

15 硬质合金厂车间电力设计

15.0.1 本章适用于硬质合金厂的还原、制粉、压制、烧结、深加工及辅助车间电力设计。

15.0.2 硬质合金厂各主要车间应设车间变电所，大、中型硬质合金厂的车间变电所应设两台或以上变压器，变压器电源应取自不同母线段，低压侧设母联开关。当一台变压器停止运行时，另一台变压器应能负担车间主要负荷。当电源受限制时，小型硬质合金厂的车间变电所，也可仅设一台变压器，但应设低压联络线，当变压器停止运行时，联络线宜能负担车间主要负荷。

15.0.3 还原及烧结车间的大型用电设备，宜采用放射式一级配电，其余用电设备宜采用干线式或混合式配电。配电线路宜选用电缆沿电缆桥架敷设方式，若条件不允许时，也可采用其它敷设方式。

15.0.4 还原炉及烧结炉的各温度带的电加热元件，应分别配电，各温度带的单相负荷和车间内其他同类型单相负荷，应在各相均匀分配，使车间的三相负荷尽量平衡。

15.0.5 还原炉及烧结炉均应按炉设置配电控制柜，配电控制柜宜安装在与炉体设备毗邻的可直接观察炉体设备的控制室内。配电控制柜应能对还原炉或烧结炉各温度带的温度按工艺要求进行独立控制和调节。

15.0.6 还原炉及烧结炉的温度调节，当加热元件采用镍铬丝材料时，宜采用晶闸管调功器；采用钼丝材料时，应采用晶闸管调压器。

15.0.7 当采用晶闸管调功器，特别当调功器所控制设备较多时，应合理配置设备负荷，使变压器留有一定富裕量，避免造成较大的电压波动。或将照明回路和一些对电压波动较敏感的设备接于另一台变压器。

15.0.8 烧结炉、碳化炉、中频炉等的冷却水系统，应采用双电源供电。若受条件限制并经过技术经济比较，可采用 EPS 电源供电。

15.0.9 垂熔炉变压器宜设置在垂熔炉近旁。

15.0.10 冷、热等静压机的配电及控制设备应安装于近旁的专用控制室内。专用控制室与设备机房之间的观察窗口应选用高强度抗异物冲击玻璃。

15.0.11 多管还原炉的推舟机及其炉门，宜采用计算机装置进行控制。推舟机的机械过负荷开关动作时，应停止推舟机并发出声光报警信号。

15.0.12 原料混合或制粒间的通风机，应能在通风机房和生产设备旁两地控制。通风机房应装设控制按钮及检修安全开关；生产设备旁亦应装设控制按钮及能正确反映通风机工作状态的指示灯或仪表，设备发生故障时应有声光报警信号。

- 15.0.13 含有导电合金粉末的生产车间的现场配电、照明、控制、检修箱，应采用防护等级不低于 IP54 的箱体。
- 15.0.14 中频炉供电设备宜选用成套静止变频器。
- 15.0.15 为中频炉配电的低压母排 N 线宜与相线同截面，配电线路中的 N 线应与相线同截面。
- 15.0.16 在还原炉、中频炉、振动筛、舟台等处宜设局部照明灯。
- 15.0.17 以氢气作为还原和养护的车间屋顶自然通风器的金属外壳，应不少于两点与屋面避雷带连接。
- 15.0.18 当以氢气作为还原和养护的车间内，无氢气回收、有明火、墙面安装有强排风机，屋顶孔洞安装自然通风器时，除强排风机、氢气报警装置的回路按国家现行标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058 的有关规定执行外，其余可按常规车间配电。
- 15.0.19 存放和掺合易燃易爆有机试剂的原料库、原料制备车间，以氢气作为还原和养护且有氢气回收装置，无明火的车间，氢气制备、氢气回收及净化车间的电气设计，应符合国家现行标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058 的有关规定。

16 半导体材料厂车间电力设计

16.0.1 本章适用于半导体硅、锗和化合物材料生产厂的多晶、单晶及片加工生产车间电力设计。

16.0.2 三氯氢硅合成炉和多晶硅氢还原炉的高压起动设备仅在起动时短时工作，可不参与负荷计算和无功功率补偿计算。

16.0.3 三氯氢硅合成炉工频感应线圈的计算，宜采用实验曲线法，计算方法见本规范附录 G。

16.0.4 三氯氢硅合成、精馏提纯、四氯化硅氢化、氢还原及尾气回收装置等控制系统的电力设计，应与仪表专业统一考虑，使控制检测装置协调一致。电控及仪表监测设备应集中安装在同一控制室内。控制室应正压通风。

16.0.5 多晶硅氢还原炉的高压起动设备或硅芯预热装置，常压供电设备和切换开关，可集中安装在同一电气室内。当采用充油式供电设备时，其防火要求应符合本规范第 3.8 节的有关规定。

16.0.6 多晶硅氢还原炉电气室，应与多晶硅氢还原炉室相毗连，两室之间严禁开设门窗及其他孔洞，电源线穿越墙和楼板的地方应进行严密封堵，与电气室无关的管道严禁通过电气室，必须通过时，应采取隔离措施。

16.0.7 多晶硅氢还原炉的控制室与电气室之间，应设置便于联系的通道。

16.0.8 多晶硅氢还原炉用硅芯生产时，在控制室，电气室和多晶硅氢还原炉室，均应设置声光信号。电气室应装设有电气联锁的安全门，门上应设标志灯，高压起动前应有报警信号并自动锁门，高压起动后自动解除。

16.0.9 当单晶和多晶车间的主要用电设备为单相负荷时，供电变压器的中性线截面应与相线截面相同，供电变压器的接线组别，应采用 D，yn11。

16.0.10 每台单晶炉和区熔炉附近，均应设开关箱，箱内应设向主回路和控制回路供电的刀开关及一定数量的检修插座。

16.0.11 单晶炉、区熔炉及物理测试仪表，应由同一台变压器供电；物测室的供电电源尚应采取稳压措施。

16.0.12 高频区熔炉和外延生长炉，均应装设电源滤波器，并应符合下列规定：

- 1 滤波器应安装在屏蔽室外墙上便于接线的地方；
- 2 滤波器外壳接地和屏蔽室接地应共用一套接地装置；
- 3 接地装置应采用镀锌铜板制作，其面积宜为 $1\text{m}^2 \sim 2\text{m}^2$ ，厚度宜为 5mm；
- 4 镀锌铜板应立埋于地下，上端距地面不应小于 2m；

5 接地线的长度严禁小于 $1/4$ 工作波长或 $1/4$ 工作波长的奇数倍。

16.0.13 未装设屏蔽设施的区熔室内，由滤波器至用电设备的线路，应进行屏蔽。

16.0.14 每台区熔炉均应设置一个独立的槽路接地装置，该装置应设置在区熔炉的地下距槽路最近的地方。接地装置的型式和要求应符合本规范第 16.0.12 条 3、4 款的规定。

16.0.15 氢还原炉、单晶炉、区熔炉和外延炉、当冷却水断水时，应切断电源并应有信号显示。

16.0.16 物测室的电源进线处，应装设电源滤波器；电源滤波器外壳与屏蔽室接地应共用一套接地装置，并一点接地。接地装置的型式和要求应符合本规范第 16.0.12 条 3、4 款的规定。

16.0.17 物测室的电力和照明电源，均应从滤波器后引接，物测室的照明光源宜采用白炽灯。

16.0.18 穿越屏蔽室的电力、照明线路，在屏蔽室内均应采取屏蔽措施。线路的保护管或波导管在穿越处均应与屏蔽网（板）做环路连续焊接。

16.0.19 单晶车间、区熔室、物测室及片加工生产的电力设计，除应符合本章规定外，尚应符合国家现行标准《洁净厂房设计规范》BG50073 的有关规定。

17 公用设施电力设计

17.1 空气压缩机站

17.1.1 大中型冶炼厂供给主要生产用气的空气压缩机站，宜由两回线路供电，每回线路的容量应能满足全部负荷用电。供给非主要生产用气的空气压缩机站和小型冶炼厂的空气压缩机站，可采用一回线路供电。

17.1.2 高压电动机驱动的空气压缩机，台数较多时，宜在空气压缩机站设置高压配电室，台数较少时，可由附近高压配电室以放射式供电。电动机旁均不另设操作断路器。

17.1.3 附设在空气压缩机站的变（配）电所位置设置，应不受后续扩建影响，并根据后续扩建的时间、设备容量及数量相应预留供电容量及位置。

17.1.4 高速涡轮空气压缩机，当设有两台交流传动润滑油泵时，油泵电源应取自不同母线段，并应装设备用油泵自动投入装置；仅设有一台交流传动油泵时，应由双电源供电，并设置自动切换装置。当设有备用直流传动油泵时，直流传动油泵应由蓄电池供电，且交流传动油泵断电后 直流传动油泵应能自动投入。

17.1.5 空气压缩机站除应设置空气压缩机厂规定的各种事故信号外，尚应设置循环冷却系统故障信号。

17.1.6 空气压缩机站附设的变（配）电所、控制室，应采取防震降噪措施。控制室设置宜考虑便于观察空气压缩机站内部设备运行。

17.2 水泵站

17.2.1 不同用途的水泵站，应根据其负荷分级，采用单电源或双电源供电。特别重要的一级负荷水泵站，必须设应急电源或柴油驱动的水泵备用机组。重要的水泵站，应设置备用电源自动投入装置。直接供给重要生产用水的水泵机组，无高位调节水池时，应设置自动起动或备用机组自动投入装置。

17.2.2 串联的几个水泵站、水源泵站、深井泵站群，应按供水系统分组的要求及重要程度，采用一回或多回架空干线供电。

17.2.3 水泵宜采用放射式配电，当采用单母线分段接线时，同一用途互为备用的水泵，应分别接在不同母线段上。

17.2.4 水泵站的高、低压配电装置宜集中配置在专用的配电室内。布置在泵房内的配电装置和电控设备应有防滴防溅措施，其防护等级不应低于 IP24，配电装置基础应高出地面 200mm。机组起动控制设备集中配置时，应与机组对应配置；分散配置时，不应安装在机组进、出水管道的一侧。

17.2.5 水管系统复杂的大型水泵站，当闸阀采用电动操作时，宜采用计算机控制系统，并应设置机旁控制箱。

17.2.6 控制室的位置，宜使操作者观察到水泵机组的运行情况。控制室的地面应高出泵房地面 200mm。

17.2.7 需要调速的水泵，对 6kV、10kV 电动机宜采用变频调速，660V 及以下电动机应采用变频调速。

17.2.8 有冷却塔的大中型水泵站，变（配）电所应布置在冷却塔的上风向。

17.2.9 深井泵站群或串联供水的多级泵站，宜采用集中遥控、遥信、遥测。

17.3 发生炉煤气站

17.3.1 煤气站各生产车间爆炸和火灾危险等级的划分，应符合下列规定：

1 主厂房贮煤层为封闭建筑，且煤气发生炉的加煤机与贮煤斗连接时，属 2 区爆炸危险环境，当符合下列任一情况时，属 22 区火灾危险环境：

1) 贮煤斗内不可能有煤气漏入时；

2) 贮煤层为敞开或半敞开建筑。

2 主厂房底层及操作层属无爆炸危险环境；

3 煤气排送机间及煤气净化设备区属 2 区爆炸危险环境；

4 焦油泵房、焦油库属 21 区火灾危险环境；

5 煤场属 23 区火灾危险环境；

6 受煤斗室、破碎筛分间、运煤皮带廊属 22 区火灾危险环境；

7 煤气管道的排水器室属 2 区爆炸危险环境。

17.3.2 主厂房、煤气排送机间、空气鼓风机间、煤气净化设备和运煤系统等处，均应设检修照明；在控制箱处设局部照明。

17.3.3 主厂房、煤气排送机间内各设备的操作岗位处和控制室、煤气防护站、主厂房的通道处，应设应急照明。

17.3.4 煤气站应设调度电话，热煤气炉及小型煤气站可仅设行政电话。

17.3.5 煤气站宜采用两回线路供电，线路应取自不同的母线段。煤气站的配电方式应采用放射式。

17.3.6 煤气站的保护、起动设备宜集中安装在配电室内。无爆炸危险环境中的保护、起动和控制设备，宜采用防尘式。

17.3.7 采用电气净化煤气，当电滤器出口煤气压力低于规定的下限值时，应自动切断相应的整流装置电源，并应有声光报警信号。

17.3.8 煤气排送机与空气鼓风机，应设置下列联锁：

- 1 空气鼓风机启动后，低压煤气总管的压力上升到规定值时，方可启动煤气排送机；
- 2 空气鼓风机停车或低压煤气总管内的压力降低到规定的下限值时，煤气排送机应立即自动停车；
- 3 正常停车顺序为先停煤气排送机，后停空气鼓风机。

17.3.9 煤气站运煤系统，宜采用局部集中联锁控制或联锁分散控制；比较复杂的运煤系统采用 PLC 在控制室集中联锁控制。

17.3.10 煤气站贮煤仓与相应的供煤点宜设置联系信号。

17.3.11 煤气站的配电线路应采用塑料绝缘铜芯线穿钢管敷设。

17.3.12 煤气站主厂房操作层、底层、排送机房和鼓风机房的照明宜采用两回线路供电，线路应取自不同的母线段。

17.3.13 煤气站的电力设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行标准《发生炉煤气站设计规范》GB50195 及《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058 的有关规定。

17.4 氢气站

17.4.1 氢气站的电气设计应符合国标《氢气站设计规范》GB50177 中相关规定。

17.5 氧气站

17.5.1 本节适用于有色金属冶炼厂新建、改建、扩建的氧气站工程设计。

17.5.2 大中型冶炼厂供给主要生产工艺的氧气站，应由两回线路供电，每回线路的容量应能满足全部负荷用电。供给非主要生产用气的小型氧气站可采用一回线路供电。

17.5.3 大型制氧主电动机启动时各级配电系统电压降应符合本规范第 7.3.1 条的要求。

17.5.4 冶炼厂氧气站宜设置高压配电室，高压配电室应采用单母线分段。高压配电室应考虑后期扩建要求。

17.5.5 大中型冶炼厂氧气站应设置两台配电变压器，每台变压器容量能满足主要生产负荷用电，两台变压器电源应分别由高压不同母线段供电，低压应采用单母线分段。

17.5.6 对互为备用的冷水泵和压缩机润滑油泵等、应由电源不同母线段分别供电，并设置备用泵自投装置。

17.5.7 对由多支电阻丝组合的电加热器，当由一个低压断路器引出多于 1 回路电缆，分别向分支电阻丝供电时，应校核该分支电阻器回路短路时，供电断路器的短路保护灵敏度。

17.5.8 应在氧气站控制室和机旁分别设置制氧压缩机主电机紧停按钮。

17.5.9 液氧泵、液氮泵等机旁操作箱位置，应设置在低温液态系统泄漏时，低温液态物质不能喷射到的地方。

17.5.10 积聚液氧、液空的各类设备，氧气管道应有导除静电的接地装置，接地电阻不应大于 10Ω 。

17.5.11 氧气站电测量仪表设置及氧气站露天设置的氧气罐、空分塔的防雷，应按国家现行标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T50063 及《建筑物防雷设计规范》GB50057 的有关规定执行。

17.6 实验室和化验室

17.6.1 实验室与化验室宜采用干线式配电，并应沿干线配备足够数量和容量的接电点。配电干线的截面除满足设计用电负荷外，尚应考虑设备的变动，适当加大截面。

17.6.2 实验室与化验室每一房间的动力电源，宜装设总进线开关。单相用电设备应适当分配，使三相负荷尽量平衡。但对于经常出现较大尖峰电流，影响某些对电压要求较高的设备精度时，宜由实验室、化验室总进线处引独立线路供电。

17.6.3 实验室与化验室内的配电系统接地形式，应采用 TN—S 系统，应设置等电位连接。

17.6.4 实验室与化验室应采用带保护接地插孔的插座，根据需要，也可配备少量两孔插座。所有插座回路应由具有漏电保护的专用回路供电。

17.6.5 插座一般只应作隔离电源用，由插座供电的电动机回路应设操作开关。1kW 以下的电阻炉，当插座额定电流大于电阻炉额定电流的 1.5 倍时，可不设操作开关。

17.7 充电站

17.7.1 本节适用于蓄电池车、蓄电池铲车牵引用铅酸蓄电池和起动用铅酸蓄电池充电站。

17.7.2 蓄电池充电用直流电源，应采用晶闸管整流设备。整流设备不应设置在充电间内。

17.7.3 充电站（间）应通风良好，当自然通风不能满足要求时，应采用机械通风，每小时通风换气次数不小于 8 次。

17.7.4 充电站（间）门窗、墙壁、天棚、地面、金属管道及构架应作耐酸处理。地面应能耐酸，并应有适当的坡度及排水设施。室内及地下，不应有无关沟道及管线通过。

17.7.5 充电站的配电线路，应采用铜芯导线或电缆，宜穿塑料管明设或塑料护套电缆沿配线桥架明敷，不宜采用埋地和电缆沟敷设。

17.7.6 整流设备应根据蓄电池组容量、数量和充电方式选择，并符合国家现行标准《通用用电设备配电设计规范》GB50055 的相关规定。

17.8 静电滤清器电源装置

17.8.1 本节适用于有色金属冶炼厂烟气净化、烟尘回收静电滤清器（以下简称电滤器）电力设计。

17.8.2 大中型重有色金属冶炼厂的电滤器电源装置按二级负荷要求供电。

17.8.3 电滤器电源装置应采用晶闸管自动调压的高压硅整流装置。

17.8.4 电滤器宜采用一台整流装置带一个电场的供电方式。对并联位置对应、工况相同的两电场，当单个电场电流较小时，也可采用一台整流装置带两个电场的供电方式。

17.8.5 重有色金属冶炼厂，电滤器整流装置的整流变压器优先采用户外式。当整流装置的整流变压器采用户内安装时，每一生产系列宜设置一台备用整流装置。

17.8.6 单相交流电源的整流装置宜均匀分配，使三相负荷尽量平衡。

17.8.7 户内式整流装置宜靠近电滤器，整流装置室内每套整流装置的整流变压器和三点式（或四点式）转换开关应设单独整流隔间，并应在整流隔间之间设置高压直流联络母线，控制柜宜按生产系列分组集中配置。整流设备的控制屏，应装设在整流隔间外附近的地方。

17.8.8 户内整流装置台数较多时，可将每台装置的控制开关、主要检测仪表和运行信号等装设在控制室内集中控制和监视。

17.8.9 户外式整流装置的变压器应装设在电滤器上，并就近设置控制室，控制柜在控制室内宜按生产系列分组集中配置。

17.8.10 整流设备因故障停电时，值班室应有声光信号。

17.8.11 整流装置室内操作维护通道的宽度，应符合下列规定：

- 1 整流隔间前的操作通道宜为 2000mm～2500mm；
- 2 控制柜前操作通道不应小于 1500mm；
- 3 整流隔间与控制屏间的通道不宜小于 2000mm；
- 4 控制柜与墙之间的维护通道宜为 1000mm～1200mm；
- 5 每一系列控制柜之间的距离宜为 1200mm～2000mm。

17.8.12 户内式整流装置负极与电滤器阴极（电晕极）之间的连接，应采用专用的高压电缆。高压电缆宜经过装设在电滤器进线箱上的高压整流隔离开关，接至电滤器阴极。

17.8.13 每台整流装置正极与电滤器阳极（收尘极）之间的连接宜采用两根截面不小于 25mm² 的铜导体。

17.8.14 在电滤器操作层上明设的管线距电滤器高温表面不应小于 200mm。每台整流装置的配电线路和控制线路，以及不同整流装置的线路，均应分开敷设，不得共管共缆。

17.8.15 整流隔间的门及各电场围栏的门，均应装设安全开关，当门打开时，应能切断

整流装置交流侧的电源。

17.8.16 电滤器阴、阳极保温箱的加热器，宜根据工艺要求，采用下列控制方式之一：

- 1 手动控制；
- 2 根据保温箱温度自动控制；
- 3 手动与自动相结合的控制。

17.8.17 电滤器阴、阳极振打有要求时，宜采用计算机装置自动控制。

17.8.18 电滤器阳极与整流装置正极应接地，接地电阻不应大于 $4\ \Omega$ 。

17.8.19 直流 40kV~80kV 高压设备绝缘等级，不应低于工频 35kV 的绝缘等级。直流带电部分和外露导体间的各项电气净距，不应小于下列数值：

- 1 电部分至接地部分为 300mm；
- 2 电部分至网状遮拦为 400mm；
- 3 电部分至板状遮拦为 330mm；
- 4 遮拦裸导体至地面为 2600mm；
- 5 停电检修的无遮拦裸导体的水平净距为 2100mm；
- 6 套管至有人行通道的室外地面为 4000mm。

17.8.20 整流装置室的土建、通风、防火、通信，应符合下列规定：

- 1 应设两个出口，双层布置时，应设两个楼梯，当整流装置布置长度超过 60m 时，应增加一个出口或楼梯；
- 2 净高不应小于 4.5m；
- 3 高压设备围栏门应设置连锁开关；
- 4 室内宜设检修场地和相应的检修设施。当整流装置超过 12 台时，检修场地应有吊芯设施；
- 5 门窗应采用防尘措施；
- 6 室内温度超过 35°C 时，应通风降温（进风需加过滤），对环境灰尘较大的场所，可采用空气制冷机实行空气内循环降温防尘。采暖地区应采暖；
- 7 建筑物耐火等级不应低于二级；
- 8 控制室内应设有电话；
- 9 室内灭火设施的设置，应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB50140 的有关规定。

17.9 大中型风机

17.9.1 本部分适用于具有润滑装置、冷却装置、各种检测元件的大中型风机。

17.9.2 大中型风机的电压等级、调速方式应通过技术经济比较确定。

17.9.3 带有润滑装置的高速风机，备用润滑油泵用交流电动机驱动时宜采用应急电源供电，备用润滑油泵用直流电动机驱动时宜采用蓄电池供电。

17.9.4 应设置风机制造厂所要求的保护装置及联锁：

- 1 风机电机与润滑油泵联锁；
- 2 轴承温度过高信号及轴承温度超过极限时停止风机的联锁；
- 3 电动机的定子绕组温度过高信号；
- 4 风机轴向位移信号以及位移过大时使风机停车的联锁；
- 5 当润滑油采用水冷时，应设有水流或水压信号，并宜设置监视油压高于水压的差压信号；
- 6 当可能发生喘振时，应设置相应的电气保护。

17.9.5 控制系统应装设的其他保护及联锁：

- 1 电动机的继电保护，应符合本规范第3章第6节的有关规定；
- 2 风机与进、出口风门位置的联锁；
- 3 当采用液力耦合器调速时，风机与液力耦合器的联锁；
- 4 风机的主电动机应与其辅机系统之间设置满足安全运行的联锁。

附录 A 有色金属冶炼厂一级负荷用电设备表

表 A.0.1 一级负荷用电设备表

工厂名称	车间设备名称	备 注
重有色金属冶炼厂	1. 转炉倾炉电动机 2. 大型铅鼓风机、铅锌密闭鼓风机、锌精矿焙烧炉的鼓风机 3. 大型锌电解液循环泵和电解槽 4. 挥发窑和窑身長、窑温高的干燥窑传动电动机 5. 圆筒干燥机、回转窑等事故转动和紧急润滑油泵 6. 大型高速涡轮机械的循环油泵、供水系统 7. 烟化炉、转炉、沸腾焙烧炉、密闭鼓风机、反射炉的冷却水套和水壁供水系统的水泵以及大型高速鼓风机的循环冷却水泵 8. 奥托昆普闪速炉、合成闪速炉等大型冶金炉的冷却水套供水系统的水泵及事故保温用供油、供风设施 9. 大型冶炼厂熔炼车间起重机、锌电解车间起重机 10. 基夫赛特炉的冷却水套给水泵 11. 顶吹炉的事故供油、事故供风、喷枪卷扬机、喷枪吊车、炉顶加料机、保温烧嘴等设施 12. 电炉的短网导电铜管和电极夹持器械的冷却水供水系统、电炉的提升系统 13. 大型高速电动机的冷却水供水系统和循环油泵 14. 高压容器搅拌密封装置 15. 大型高浓度釜、槽的搅拌装置 16. 大型冶炼厂计算机控制系统	当有其他倾炉设施时，可降为二级负荷 电解槽的一级负荷按系列电流 15%~20% 计算 当有其他盘车设施时，可降为二级负荷 当有符合要求的高位水池、油槽时，可降为二级负荷 当有符合要求的高位水池或水塔时，可降为二级负荷 熔炼车间起重机是指吊熔包的主起重机
氧化铝厂	1. 大型高速涡轮空气压缩机的循环油泵 2. 焙烧回转窑辅助传动电动机 3. 焙烧排烟机 4. 赤泥沉降搅拌器耙机 5. 供给种子分解槽、料浆搅拌用的空气压缩机 6. 供给种子分解槽、碳酸化分解槽、料浆搅拌槽的机械搅拌装置 7. 焙烧回转窑主传动电动机、辅助传动电动机和排风机 8. 赤泥输送泵 9. 生产用锅炉的送风机、吸风机、排粉机、给矿机、给水泵、直吹式制粉系统的磨煤机	当有高位油槽时，可降为二级负荷 当有其他盘车设施时，可降为二级负荷 小型回转窑，当有盘车设施时，可降为二级负荷 当有高位油槽时，可降为二级负荷 小型厂可降为二级负荷
铝电解厂	1. 电解槽等直流用电设备及整流所用电设备	包括铝精炼电解负荷

工厂名称	车间设备名称	备 注
	2. 电解车间的多功能机组及起重机 3. 大型电解槽阳极（阳极框架）提升机 4. 电解车间的槽控箱 5. 空压机站、铸造车间及其循环水泵	
镁钛厂	1. 镁电解槽等直流用电设备及整流所用电设备 2. 镁电解车间起重机 3. 氯压机 4. 净气排烟机 5. 沸腾氯化浓密机 6. 钛蒸馏车间真空泵	
炭素厂	1. 煅烧回转窑传动电动机 2. 环式焙烧炉排烟机 3. 罐式煅烧炉和电煅烧炉排料装置冷却水套供水系统 4. 车底式焙烧炉冷却水系统	当有高位水池时，可降为二级负荷
全厂性 公用设施	1. 大型锅炉（含余热锅炉）给水泵及强制循环水泵，余热锅炉的炉顶事故排空阀 2. 自备电厂（含余热电站）凝结水泵和循环水泵 3. 重要连续生产线的计算机和自控仪表的电源 4. 全厂生产用水泵 5. 余热锅炉的供水系统，给水泵和循环泵，化学水处理站 6. 电厂及变（配）电所的控制电源 7. 气动仪表气源设备的电源	小型厂为二级负荷 有储气罐可降为二级负荷
硬质合金 及稀有冶炼厂	1. 烧结炉、碳化炉、中频炉等冷却水系统供水泵	当有自流冷却水箱时，可降为二级负荷

注：一级负荷中特别重要的负荷见本规范 3.1.1 条。

附录 B 有色金属冶炼厂三级负荷用电设备表

表 B.0.1 三级负荷用电设备表

工厂名称	车间设备名称	备 注
有色金属冶炼厂	1 试验室用电设备 2 化验室用电设备 3 机修、电修设施用电设备 4 仓库 5 宿舍区多层住宅楼公用电 6 工厂生活福利设施用电	

附录 C 整流机组继电保护整定计算

第一套为瞬动过电流保护，须躲开变压器的励磁涌流，并按大于变压器的额定电流整定，且不必考虑继电器的返回系数。

继电器的动作电流为：

$$I_{dz}=K_k \cdot K_{jx} \frac{I_{le}}{K_{eb}} \quad (C. 0. 1)$$

式中 K_k ——可靠系数，取 1.5~3；

K_{jx} ——接线系数，当继电器接于相电流时， $K_{jx}=1$ ；

K_{eb} ——电流互感器变比；

I_{le} ——变压器一次侧额定电流；

I_{dz} ——继电器动作电流。

第二套为延时过电流保护，动作电流的计算与第一套相同，但 K_k 取 1.1~1.5，延时整定值取 0.3s~0.5s 并应计及继电器返回系数；同时应有合闸后能将延时取消的装置。

保护装置的灵敏系数按下式确定：

$$K_{Lm}=\frac{I_d}{K_{eb} \cdot I_{dz}} \quad (C. 0. 2)$$

式中 I_d ——对第一套保护应取第二套保护用电流互感之前的两相短路电流值；对第二套保护取整流变压器一组二次绕组的两相短路电流；且按调压变压器实际所在的无励磁调压段的最低调压级和在系统最小运行方式下的短路容量进行计算。

对第一套保护应满足 $K_{Lm} \geq 2$ ；对第二套保护应满足 $K_{Lm} \geq 1.5$ 。若第二套保护不能满足灵敏系数要求时，则应根据调压级的情况，降低第二套保护的整定值。

附录 D 整流机组短路阻抗计算

在计算整流器二次侧短路电流时，一般取本变压器的额定容量作基准容量，额定电压作基准电压。当整流变压器运行在低于额定二次电压时，其短路阻抗电压百分值应按以下方法进行换算。

D.0.1 采用“自耦调压变压器（简称调变）——整流变压器”的组合方式时，调变的短路阻抗百分值可不经换算（由制造厂提供所在调压级的短路阻抗百分值），而整流变压器的短路阻抗百分值由于实际运行电压与额定电压有差异，当折算至调变一次侧时，应按下式计算：

$$V_{dz*}=V_{de*} \left(\frac{V_{le}}{V_1} \right)^2 \quad (D.0.1)$$

式中 V_{dz*} ——整流变压器实际运行电压与选定的短路方式时相对短路阻抗电压百分值；

V_{de*} ——整流变压器在选定短路方式下，以额定参数为基准的相对短路阻抗电压百分值；

V_{le} ——整流变压器一次电压额定值（V）；

V_1 ——整流变压器一次电压实际运行值（V）。

D.0.2 采用一次侧抽头调压、 $\Delta-Y$ 倒换调压或采用主调合一第三线圈调压方式时，由于制造厂给出的整流变压器短路阻抗电压百分值，是以各调压级下的运行容量及额定一次电压作为基准，因此整流变压器在选定短路方式下的计算短路阻抗电压百分值按下式换算：

$$V_{dz*}=V_{ds*} \left(\frac{S_e}{S} \right) \quad (D.0.2)$$

式中 V_{ds*} ——整流变压器在选定短路方式下和实际调压级数相对的短路阻抗电压百分值，该值以实际运行容量 S （kVA）为基准；

S_e ——整流变压器额定容量（kVA）；

S ——整流变压器实际运行容量（kVA）。

D.0.3 整流变压器二次绕组为两组及以上时（以变压器二次侧绕组引出的套管组数为准或以连接整流器的台数为准，通常以一组二次绕组为选定的短路方式，制造厂给出的短路阻抗电压百分值，往往为全部或几组二次绕组同时短路的数值，此时应予换算，或向制造厂索取选定短路方式的有关数据。

附录 E 三氯氢硅合成炉工频感应线圈计算

E. 0. 1 根据设备及工艺专业提供的条件, 确定感应线圈及炉筒的几何尺寸, 并可按下式求出炉筒的加热面积:

$$F = \pi D h \quad (\text{E. 0. 1})$$

式中 F ——炉筒的加热表面积 (m^2);

D ——炉筒的外径 (m);

h ——线圈绕制高度 (m)。

E. 0. 2 炉筒发热表面的单位面积功率, 可按下式计算:

$$\Delta P = \frac{P}{F} \quad (\text{E. 0. 2})$$

式中 ΔP ——炉筒发热表面的单位面积功率 (kW/m^2);

P ——加热所需总功率 (kW)。

E. 0. 3 线圈匝数可按下式计算:

$$W = \frac{VA}{\pi D} \quad (\text{E. 0. 3})$$

式中 W ——线圈匝数 (T);

A ——系数, 根据图 E. 0. 1 $\Delta P = f(A)$ 曲线查得;

V ——电源电压 (V);

D ——感应线圈的平均直径 (m)。

E. 0. 4 线圈电流可按下式计算, 并取两种计算结果的较大值:

1 按加热功率计算:

1) 三相电流

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \bullet \cos \phi} \quad (\text{E. 0. 4-1})$$

2) 单相电流

$$I = \frac{P}{V \bullet \cos \phi} \quad (\text{E. 0. 4-2})$$

式中 I ——线圈电流 (A);

V ——线圈电压 (kV)

$\cos \phi$ ——功率因数, 取 0. 5~0. 75。

2 按安匝数校验:

$$I = \frac{a W_0 h}{W} \quad (\text{E. 0. 4-3})$$

式中 $a W_0$ ——单位长度的安匝数 (AT/m), 根据图 E. 0. 1 $\Delta P = f(a W_0)$ 曲

线查得。

E. 0.5 导线截面可按下式计算：

$$S = \frac{I}{j} \quad (\text{E. 0. 5})$$

式中 S ——导线截面 (mm^2)；

j ——电流密度，铜导线可取 $3\text{A}/\text{mm}^2 \sim 4\text{A}/\text{mm}^2$ ，铝导线可取 $1.5\text{A}/\text{mm}^2 \sim 2\text{A}/\text{mm}^2$ 。

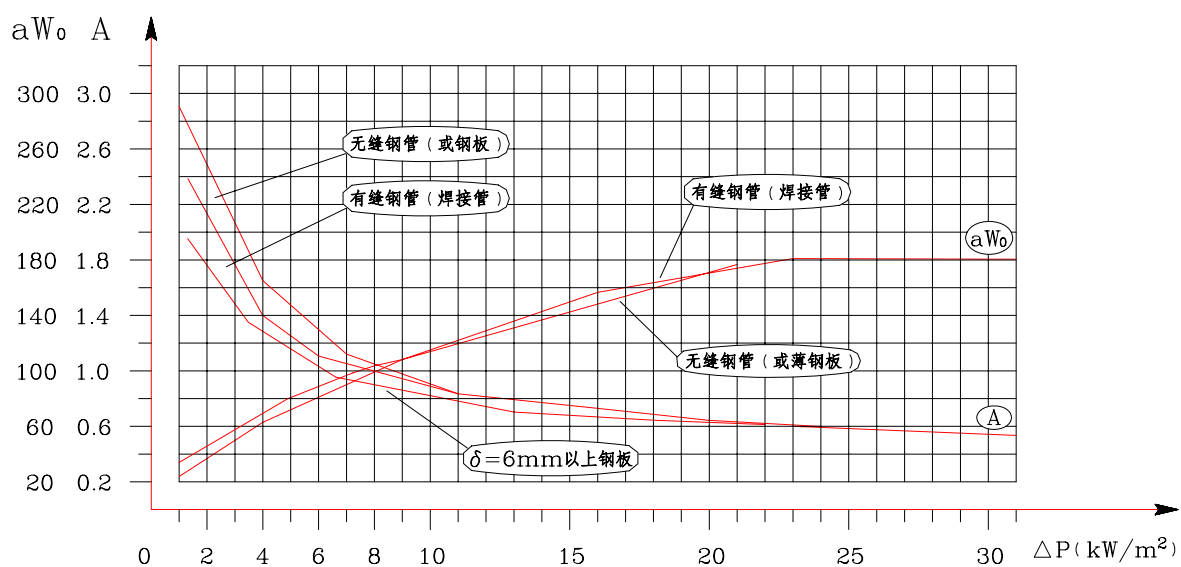


图 E.0.1 $\Delta P = f(aW_0)$ 、 $\Delta P = f(A)$ 曲线

附录 F 有色金属冶炼厂环境特征

表 F.0.1 车间环境特征

冶炼厂名称	车间名称	环境特征
重有色金属冶炼厂	1. 原料车间（包括精矿仓、精矿干燥、熔剂仓、溶剂、破碎、返料仓、返料破碎、制粒、筛分、磨矿、配料、混捏） 2. 焙烧、烧结、氧化还原车间、干燥室、挥发窑 3. 精炼车间（包括鼓风机、烟化炉、反射炉、顶吹炉、闪速炉、转炉、电炉熔炼、蒸馏、铸型、熔铸） 4. 浸出、净液车间（湿法冶炼） 5. 高压酸浸车间 6. 制酸车间、电解精炼、电解沉积、电积、造液工段	多尘 多尘、高温、有腐蚀性气体 腐蚀性气体浓、粉尘多、温度高 有腐蚀性气体、液体 高压酸浸车间温度高 有腐蚀性气体、液体
氧化铝厂	1. 原矿仓、原矿破碎工段、碎矿堆场、石灰炉、原料磨、料室、熟料中碎、烧结和焙烧工段、氧化铝包装室、锅炉房 2. 碱粉仓 3. 焙烧回转窑走廊 4. 料浆仓、烧结料室、原料磨、高压溶出、熟料溶出、赤泥分离洗涤、脱硅、叶滤、分解过滤、蒸发等工段、氢氧化铝仓、循环冷却塔、地下运输廊 5. 压缩空气站、压缩二氧化碳站、水泵房	多尘 多尘有碱腐蚀 高温 潮湿有碱腐蚀 正常环境
铝电解厂	1. 电解厂房 2. 电铸车间 3. 氧化铝贮槽 4. 干法净化 5. 湿法净化 6. 通风机房、排烟机房、附属生活室	轻微腐蚀、高温、多尘、有电化腐蚀 局部地段高温、有氧化腐蚀 多尘 多尘 轻微腐蚀 正常环境
镁钛厂	1. 配料车间 2. 镁、钛熔炼室 3. 镁氯化（竖式电炉生产）、电解槽间、氯压机室、净气室、铸锭室、钛氯化、还原蒸馏。 4. 镁酸洗、钛浸渍	多尘 多尘、高温 氯气腐蚀 潮湿、有酸气腐蚀
碳素厂	1. 原料仓库、中碎配料、残极破碎、机械加工 2. 煅烧、焙烧、石墨化、阳极组装浇铸工段 3. 浸焙、混捏工段、沥青熔化库 4. 水压机及其泵房、压机辊道、成型冷却水槽 5. 油压机、振动成型、液压站	多导电粉尘 高温、多导电粉尘 高温、有沥青烟气 潮湿 油污
氟化盐厂	1. 制酸车间、制碱车间、碱粉溶解库、硫酸库、氟氢酸库、酸碱泵房 2. 萤石库、碱粉库、氢氧化铝库、成品包装和成品库、石灰和石膏仓及其运输系统 3. 石灰消化、石膏干燥 4. 反应窑、干燥窑	潮湿有腐蚀 多尘 潮湿和多尘 高温

冶炼厂名称	车间名称	环境特征
半导体材料厂	1. 工业硅破碎、三氯氢硅合成上料部分 2. 液氯库、三氯氢硅合成、四氯化锗生成 3. 三氯氢硅精馏提纯、还原尾气回收 4. 四氯化硅氢化、四氯化锗提纯 5. 还原炉室、单晶室、区熔室、切片、磨片、抛光室、外延室、物理测试室 6. 氯化氢合成、三氯氢硅还原、四氯化锗氢还原、外延、粗锗区熔提纯、半导体化合物生产中的石英管封装。 7. 其他厂房	有粉尘 有氯气和氯化氢气体 有氯化氢气体、三氯氢硅和四氯化硅气体 有氯化氢气体 洁净 生产过程中有泄漏氢气的可能 一般
硬质合金厂	1. 还原车间、结烧车间 2. 混合料制备间 3. 氢气回收及净化间 4. 铍冶炼间 5. 钴冶炼车间	多尘、使用氢气 掺和有机试剂、有爆炸危险 生产过程中有泄漏氢气的可能 铍及其化合物的粉尘、烟雾、蒸汽能引起人体多器官的急性或慢性中毒 砷钴矿和辉砷钴矿是自然界中的主要钴矿，含砷，剧毒。 钴萃取工序有易燃易爆气体产生 铜钴矿等其它钴矿按正常环境考虑
发生炉煤气站	1. 主厂房贮煤层为封闭式，且煤气发生炉的加煤机与贮煤斗连接时、煤气排送间、煤气管道的排水器室、煤气净化设备区 2. 贮煤斗不可能有煤气漏入，贮煤层为敞开式或半敞开式集油泵房、焦油库、煤场受煤斗室、破碎筛分间、运煤皮带廊 3. 主厂房底层机操作层	有爆炸危险 有火灾危险 无爆炸危险

附录 G 有色金属冶炼厂一般照明照度标准

表 G.0.1 车间一般照明照度标准

冶炼厂名称	车间名称	最低照度 (Lx)
重有色金属冶炼厂	1. 溶剂及精矿仓	50
	2. 破碎、筛分、磨矿、配料、混捏、干燥	100
	3. 焙烧、烧结、制粒 (压团)	100
	4. 熔炼、精炼 (蒸馏)	100
	5. 铸型、熔铸	200
	6. 浸出 (浓密)、净液 (过滤)	200
	7. 电解 (电解槽上)	200
	8. 收尘车间	100
氧化铝厂	1. 皮带运输走廊	30
	2. 碎矿、原料磨、高压溶出、赤泥沉降、分解、烧结、焙烧	100
	3. 石灰炉、熟料溶出、蒸发、赤泥过滤、洗涤、叶滤、氢氧化铝过滤、脱硅、成品包装处	150
	4. 氢氧化铝仓、熟料仓、碱粉仓	50
	5. 回转窑走廊、分解槽顶露天走廊	15
铝电解厂	1. 电解槽	200
	2. 通风机室、排烟机室	100
	3. 气体净化设施	100
	4. 连接走廊	50
	5. 铸造间	
	(1) 铸造机平台	150
	(2) 线锭冷却平台	100
碳素厂	6. 氯化室	150
	1. 破碎及通风机室	50
	2. 皮带运输走廊	30
	3. 煅烧工段加料平台及操作平台	100
	4. 煅烧工段排风机站	50
	5. 配料工段中碎、磨粉及筛分层	100
	6. 配料工段称料室	200
	7. 混捏锅加料平台	100
	8. 成型工段连续成型机、水泵站	150
	9. 成型工段压机部	150
	10. 焙烧工段轮窑焙烧室底部及清理电极地面	150
	11. 焙烧炉巡检台	100
	12. 浸焙部	100
	13. 石墨化炉炉体	150
	14. 石墨化炉炉头及炉尾通道	100
	15. 机械加工部	150
	16. 机械加工工段、收尘设备室	100
	17. 沥青熔化库	100

冶炼厂名称	车间名称	最低照度 (Lx)
	18. 化验室原料制备室	100
	19. 化验室焙烧、压力机室、沥青分析室及高温室	150
	20. 化验分析室、天平室及物理测定室	200
氟化盐厂	1. 制酸、制盐、石灰消化、石膏干燥车间各类泵房及萤石、碱粉、氢氧化铝拆包下料处、搅拌槽处	100
	2. 成品包装处	150
半导体材料厂	1. 工业硅破碎、筛分	75
	2. 三氯氢硅合成	75
	3. 三氯氢硅精馏提纯	150
	4. 液氯库	75
	5. 氧还原	500
	6. 单晶、区熔	500
	7. 桥测、包装室	500
	8. 切磨室	300
	9. 抛光片室	500
	10. 外延室	500
公用设施	1. 鼓风机站、空气压缩机站	150
	2. 水泵房、风机室	100
	3. 锅炉房、粉煤车间、煤气站操作层	100
	4. 高（低）压配电室	200
	5. 整流器冷却水热交换室	200
	6. 主控制室、仪表室	300
	7. 变压器室	100
	8. 室外变压器间隔	30
	9. 充电站、蓄电池室	100
	10. 中心化验室	300
	11. 化验间	300
	12. 办公室、值班室	300
	13. 走廊、楼梯间、电缆夹层	100
	14. 设备仓库、备品备件库、五金库	100
	15. 材料库、原料库、成品库	50

表 G. 0. 2 厂区露天场所和道路等一般照明照度标准

工作种类和地点	最低照度 (Lx)
露天工作：	
视觉要求较高的工作	100
装卸工作	15
露天堆场	5
道路和广场：	
主干道	5
次干道	3
厂前广场	10
站台	10
码头	15

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均为应这样做的用词；

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本标准中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《交流电气装置的接地设计规范》 GB50065
- 《并列电容器装置设计规范》 GB50227
- 《供配电系统设计规范》 GB50052
- 《工业企业电气设备抗震设计规范》 GB50556
- 《35~110kV 变电所设计规范》 GB50059
- 《3~110kV 高压配电装置设计规范》 GB50060
- 《10kV 及以下变电所设计规范》 GB50053
- 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》 GB/T50062
- 《电力装置的电测量仪表装置设计规范》 GB/T50063
- 《采暖通风与空气调节设计规范》 GB50019
- 《继电保护和安全自动装置技术规程》 GB/T 14285
- 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》 GB50064
- 《小型火力发电厂设计规范》 GB50049
- 《火电发电厂厂用电设计技术规定》 DL/T5153
- 《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》 GB50058
- 《电力工程电缆设计规范》 GB50217
- 《电线电缆燃烧试验方法》 GB12666
- 《66kV 及以下架空电力线路设计规范》 GB50061
- 《110~500kV 架空送电线路设计技术规程》 DL/T5092
- 《低压配电设计规范》 GB50054
- 《建筑照明设计标准》 GB50034
- 《建筑物防雷设计规范》 GB50057
- 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 GB50343
- 《电能质量供电电压允许偏差》 GB12325
- 《电能质量电压波动和闪变》 GB12326
- 《电能质量公用电网谐波》 GB/T14549
- 《电能质量三相电压不平衡》 GB/T15543
- 《电能质量电力系统频率允许偏差》 GB/T15945
- 《火灾自动报警系统设计规范》 GB50116

《电热设备电力装置设计规范》 GB50056

《洁净厂房设计规范》 BG50073

《发生炉煤气站设计规范》 GB50195

《氢气站设计规范》 GB50177

《氧气站设计规范》 GB50030

《通用用电设备配电设计规范》 GB50055

《建筑灭火器配置设计规范》 GB50140

中华人民共和国国家标准

有色金属冶炼厂电力设计规范

GB 50673-2011

条文说明

制订说明

《有色金属冶炼厂电力设计规范》GB50673 是根据原建设部建标[2007]126 号文《关于印发〈2007 年工程建设标准规范制订、修订计划（第二批）〉的通知》要求，由长沙有色冶金设计研究院会同中国恩菲工程技术有限公司、沈阳铝镁设计研究院、贵阳铝镁设计研究院，中国瑞林工程技术有限公司等单位共同编制完成的。

在编制过程中，规范编制组结合我国有色金属冶炼厂近年来电气设计、建造、运行的实际情况，进行了大量的调查研究，广泛征求各方面的意见，最后会同有关部门审查定稿。本规范函盖了有色金属冶炼厂电力设计的相关内容，为设计提供了一个通用的规范。

为了便于广大设计、施工、科研和教学等单位在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，本规范编制组根据国家工程建设主管部门关于编制标准规范条文说明的统一规定，按《有色金属冶炼厂电力设计规范》的章、节、条顺序，编写了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明，并对本规范中强制性条文的强制性理由做了解释。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和执行本规范时参考。

目 次

1	总则
3	供电与配电
3.1	负荷分级与供电电源
3.2	高压供配电系统
3.3	无功补偿
3.4	电能质量要求
3.5	变电所与配电所
3.6	继电保护与自动装置
3.7	电测量仪表装置
3.8	防火与蓄油设施
3.9	对相关专业的要求
4	余热电站
4.1	一般规定
4.2	电气部分
4.3	对相关专业的要求
5	厂区线路
5.1	一般规定
5.2	电缆线路
5.3	架空线路
6	电解整流所
6.1	一般规定
6.2	供电电源与接线系统
6.3	整流机组的选择及谐波治理
6.4	控制、保护与测量
6.5	母线、设备配置及接地
6.6	交流所用电系统
6.7	直流所用电系统
6.8	对相关专业的要求
7	车间电力设计基本规定

7.1	配电系统	.....
7.2	配电设备	.....
7.3	控制与保护	.....
7.4	配电线路	.....
7.5	电测量仪表	.....
7.6	电气照明	.....
7.7	建构筑物防雷	.....
7.8	配电室与控制室	.....
8	重有色金属冶炼厂车间电力设计	.....
8.1	一般规定	.....
8.2	原料车间	.....
8.3	焙烧与烧结车间	.....
8.4	熔炼车间	.....
	(I) 顶吹炉	.....
	(II) 转炉	.....
	(III) 矿热电炉	.....
8.5	浸出过滤与浸液车间	.....
8.6	电解车间	.....
8.7	对相关专业的要求	.....
9	氧化铝厂车间电力设计	.....
9.1	一般规定	.....
9.2	原料车间	.....
9.3	烧结与焙烧车间	.....
9.4	高压溶出与熟料溶出车间	.....
9.5	分解过滤与蒸发车间	.....
10	铝电解车间电力设计	.....
10.1	电解车间	.....
10.2	铝锭铸造车间	.....
11	镁钛与工业硅厂车间电力设计	.....
11.1	一般规定	.....
11.2	氯化竖式炉、钛熔矿炉与纯硅炉	.....

12	炭素厂车间电力设计
12.1	一般规定
12.2	电煅烧炉
12.3	石墨化炉
13	氟化盐厂车间电力设计
14	稀有金属冶炼厂车间电力设计
15	硬质合金厂车间电力设计
16	半导体材料厂车间电力设计
17	公用设施电力设计
17.1	空气压缩机站
17.2	水泵站
17.3	发生炉煤气站
17.4	氢气站
17.5	氧气站
17.6	实验室和化验室
17.7	充电站
17.8	静电滤清器电源装置
17.9	大型风机

1 总 则

1.0.1 原行业标准《有色金属冶炼厂电力设计规范》YS-5002-96（以下简称原规范）自1996年批准实施以来，随着新的冶炼工艺和设备的不断应用，有色金属冶炼厂电力设计相对于传统的做法，有了较大的变化。特别在电气安全、变流技术、传动控制和电子、微机技术的工程应用等方面，行业内各部门都有所创新，并积累了不少经验，为有色金属冶炼厂的安全生产、节能降耗，提高效益，改善工作条件提供了良好的技术保证。另外，原有电气专业的国家标准和规范也陆续进行了修订，原规范中部分内容已不符合现行国家标准的要求。制订本规范的目的即在于反映这一新的形势，统一行业内电力设计的技术标准，保证工程质量，促进技术进步。

1.0.3 企业电力设计是一个系统工程，内部各组成专业之间应在相互的衔接和装备水平上协调一致，外部因受到地区电力网供电条件的制约，需要与供电系统的现状和规划协调统一，然而这一切都应该服从于企业的需要和冶炼工艺的需要。设计是否先进、合理，除安全因素外，只能以能否提高劳动生产力，能否节能降耗，能否使企业取得良好的经济效益为准则。不顾企业的经济效益和承受能力，盲目追求电力设计自身的高标准是不正确的、有害的。从全局出发、统筹兼顾、按企业的特点合理确定设计方案，应成为电力设计的主导思想。

1.0.4 由于供配电系统本身的特点，如果不预先考虑发展，设计中没有周密地为前后期的过渡创造条件，必将给企业的发展带来种种难以克服的困难，并造成重大的经济损失。但不切实际过分扩大初期设计规模，又将大大增加初期投资和运行费用，影响企业的近期效益。本规范强调以近期为主，适当兼顾远期建设。设计时应认真分析企业的建设规模和发展规划，一般宜按（5~10）年的规划来考虑供电系统的前后期过渡方案。

1.0.6 有色金属冶炼厂电力设计涉及到电力专业的各个领域，既有电力设计的共性要求，也要适应有色金属冶炼厂的环境、工艺等个性要求。本规范是以国家现行标准为基础，结合有色冶金行业的特点制定的。专业性较强的和本规范未涉及的内容，设计时应执行现行的国家有关标准、规范的规定。

3 供电与配电

3.1 负荷分级与供电电源

3.1.1 本条规定了负荷分级的主要原则，结合有色金属冶炼厂的实际情况，对电力负荷等级作了具体的划分。

区分电力负荷对可靠性的要求，在于因停电带来的安全问题和经济上对企业及社会造成损失或影响的程度。损失越大，对供电可靠性的要求越高；损失越小，对供电可靠性的要求越低。

1 不同的用电设备从事故突然停电到形成不良后果，都有一段滞后时间，且长短不一。条文中对一级负荷，并不强调电气事故后不间断供电，仅要求停电不超过允许的间断供电时间。设计中为提高供电连续性所采取的技术措施，应与实际要求相适应，避免盲目追求高标准而造成设备和投资的大量浪费。

条文中把某些大型关键设备的保安用电列入一级负荷中特别重要的负荷。因为有的大型冶炼厂全靠某些关键设备维持生产，其保安用电一旦得不到保证，主体设备就可能损坏或报废，造成巨大损失。如大型铜冶炼闪速炉的冷却水套供水系统和事故保温供油系统。为保证闪速炉的炉体安全，在炉龄的全过程中，不论生产或停产，都必须保证炉温的相对恒定。停电时间过长，仅靠水塔不能满足其冷却用水，为确保水泵和油泵的供电，除从系统取得双电源外，必须另设应急电源；

2 关于二级负荷，设计中有人误认为大、中型企业中凡生产用电都属于二级负荷，界线不明确，范围也太宽。本款规定，只有影响主流程正常运转的生产用电才列为二级负荷。因为对不在主流程上的生产车间或并列多流程中的部分流程短期停电所造成的产量下降，在恢复供电后，往往可通过加强生产予以弥补。适当控制二级负荷的数量，对于减少供、配电系统的投资和运行费用，是十分有利的。

条文中将停电后会造成环境污染的用电、部分重要的生活用电和检修用电也列入了二级负荷，虽然这些负荷不属于生产用电，但直接关系到环境保护和职工生活及检修工作，设计中应对这些负荷的供电电源和供电线路作相应的考虑。

3.1.2 本条规定了不同级别负荷对供电电源的原则性要求。这些原则不仅适用于企业对外部电源的要求，也适用于一切用电点和单个用电设备对供电电源的要求：

1 条文“当一个电源故障时，另一个电源能连续供电”，是指两个电源之间无联系，任一电源故障，完全不影响另一个电源的连续供电。“在不超过负荷允许的中断供电时间内恢复供电”，是指两个电源之间有联系，其中一电源故障虽会导致另一电源停止供电，但可以通过继电保护、自动装置或人工倒闸，保证后者及时恢复供电。至于采用何种方

式来保证一级负荷的供电，完全决定于负荷本身的特点和重要程度。

现代的大电网中，各发电厂、变电所都是并网运行的，完善的继电保护和自动装置可以维持其安全运行，但是也不可完全避免因局部故障扩大引起的大面积停电。一般的一级负荷与其中的特别重要负荷对电源可靠性要求不同，其区别在于是否需要考虑这种电网事故。要保证供电的绝对可靠，仅靠电网是达不到的，例如 2008 年 1 月南方部分省市，由于数十年一遇的冰雪灾害，部分电网垮塌，造成大面积停电，在这种情况下，只能依靠独立于电网的电源，规范中称之为“应急电源”；

2 对于二级负荷，国家标准只规定宜由两回线路供电。由于冶炼厂多为连续性流水作业，调查结果表明，事故停电不仅影响产量，而且会引起连续生产过程中的物料、中间产品及能源的大量浪费和设备寿命的严重降低，恢复正常生产的调整过程也较长。对于电气连锁生产流程，甚至个别设备的停电也会造成类似的后果。所以本条文增加了“宜由两个电源”供电的规定。

二级负荷的供电是采用双电源还是单电源双回路或单电源单回路，影响因素较多，也受制于电力网的供电条件，但最终仍取决于企业的生产规模、产品市场需求、企业本身的承受能力以及增加投入对企业和社会产生的实际效益，设计中应根据工程的具体情况确定。

3.1.3 电力系统所属的大型电厂单位功率投资少，发电成本低，而用电单位的小型自备电厂正好相反。根据国家能源政策，以及对环保的严格要求，已不再批准建设单一发电的小型电厂，所以只有在符合本条规定的情况下，才考虑设置自备发电厂。

3.1.5 外部供电电压和供电方式，关系到企业的供电安全，也在很大程度上影响到企业的建设投资和运行费用，必须慎重对待。条文中“在综合考虑企业经济效益和电网规划的前提下与供电部门共同商定”即指明了制定供电方案的前提条件。方案比较中，除基建投资外，一切供电费用和电价的差异都应得到全面而真实的反映。

1 当企业附近的电力网存在多种电压可选择时，应力争多方案比较。确定电压等级时，应考虑电源电压的经济输送容量，负荷越大，选用的电压应该越高。当负荷容量接近所选电压的经济输送容量时，宜将电源电压加高一级；两种电压比较相差不大时，宜选用较高的电压，以利于节能和企业的发展。当企业前后期负荷相差较大时，线路可考虑按高一级电压架设，前期降压运行，为后期提高运行电压创造条件。条文要求两回电源线路尽量采用相同电压是为了有利于相互备用、简化接线和方便运行。仅当企业只要求电源保证一级负荷用电或电网只能从不同电压等级保证企业的双电源时，才考虑采用不同电压供电；

2 本款所涉及的电源要求，是以冶炼厂综合用电为对象，与 3.1.2 条仅以不同级别的负荷为对象相比，侧重点有所不同。

大型冶炼厂的两个电源，可以从一个具有双电源的地区变电所两段母线上取得，对可靠性有更高要求时，应争取从两个不同电源的地区变电所取得。

中、小型冶炼厂的两个电源，可以从一个地区变电所的两段母线上取得，无条件时，也可以从单电源地区变电所的一段母线上取得。

条文中对中型冶炼厂的电源作了比较灵活的规定，当地区电力网不具备双电源供电条件或为取得双电源需花费太多的建设费用，显得不合理，甚至超过了企业的承受能力时，只要能妥善处理好一级负荷的用电，也允许采用单电源供电。

3.2 高压供配电系统

3.2.1 运行经验表明，由于变压器和线路的故障率都很低，企业内部，一电源系统事故或检修，另一系统同时故障的情况极为罕见，且多由操作引起，可以通过加强管理、健全制度加以避免。所以，除一级负荷中特别重要负荷外，在配电系统的设计中不应考虑这种重叠性故障。

3.2.2 当冶炼厂厂区集中且送电距离都在 10kV 经济输电半径之内时，集中设置一个降压变电所显然是合理的。当厂区面积较大、负荷分散，采用 35kV 及以上电压作为企业内部一次配电在技术经济上合理时，可在各负荷集中点另设降压变电所。当各集中负荷点分别从地区电力网直接取得电源有利时，亦可分别设置总降压变电所。

3.2.3 大、中型冶炼厂，三级负荷占全厂负荷的比重一般都不大，在已经确定采用两回及以上外部线路供电时，按任一回路中断供电，其余回路满足全部用电的条件选择导线，除获得更高的供电可靠性外，一般不会给线路投资带来大的影响。另外，线路备用容量的增加与主变压器不同，也不引起供电贴费和电费的增加。

输电线路施工复杂、工期长、建设费用高，但其建设费用并非与负荷能力成正比，按变电所后期容量设计线路，初期增加投资有限，对企业的后期扩建却十分有利，故宜一次建设到位。当企业前、后期负荷相差较大，可能先、后以不同电压供电时，线路可按满足后期电压和输送容量建设，初期降压运行。

3.2.4 大、中型冶炼厂降压变电所，采用两台变压器可以相互备用，并满足一、二级负荷对供电可靠性等的要求，与采用多台变压器相比，主接线简单、运行灵活、节省投资，应该是最基本的选择。

3.2.5 设一台变压器时，留有必要的裕量，是为了满足生产过程中，因工艺调整可能增加的少量用电。

由于变压器故障后难于修复，如果没有必要的备用容量，故障检修会造成长时间停产，故设两台及以上变压器时，要求按一台退出运行，其余变压器仍能保证全厂一、二级负荷的用电确定容量。无原则地增大主变压器容量，也是不应该的，不仅造成设备的浪费，也会使供电贴费、电费增加，给企业带来损失。设计时应遵循负荷分级的原则，严格控制一、二级负荷，如：负荷计算中，可以剔除那些在限制用电时不需同时使用的设备，以尽量减少变压器的备用容量。条文中未提及各类冶炼厂一、二级负荷占全厂负荷的比例。因为情况复杂，即便同金属品种的冶炼厂，由于工艺流程和工艺设备的不同，其电力负荷的组成也有差异，用一个固定的百分数来确定主变压器容量并不科学，设计中只能以负荷计算结果作为依据。

同一变电所中，容量一致，有利于负荷的均匀分配，便于接线，且当任一台主变压器退出运行时，事故备用率相同，供电可靠性最高。但如有需以专线馈电的大容量设备（如电炉），使得两段母线的负荷明显不对称时，也可考虑采用不同容量的主变压器。

3.2.7 冶炼厂变电所的主接线，一般根据电压等级和进出线回路数确定，应力求供电可靠、运行灵活、维护方便和节省投资；还应便于扩建，在前、后期的过渡中，原有一、二次设备的变动应最小，能最大限度地减少停电损失并易于保证施工安全。

1 线路一变压器接线适用于单电源、单变压器的变电所。当电源引自电力系统时，为使企业变电所能有相对的独立性，应在变压器一次侧装设带保护或不带保护的断路器。由企业内部以干线式供电时，根据变压器容量的大小和重要程度，可在变压器一次侧装设带有保护的断路器或熔断器。仅当企业内部以专线供电，且能满足继电保护要求时，才可采用典型的线路一变压器组接线，即在变压器一次侧仅装设隔离开关。

单母线接线适用于单电源、多回路出线的变电所，仅当由企业内部以专线供电，且满足继电保护要求时，方考虑在母线进线侧不装设断路器；

2 本款适用于双回路进线的变电所，多回路进线变电所可参照执行。条文中的“出线回路”为主变压器回路和线路馈出回路的总称。

桥形接线断路器少，节省投资。小容量变电所，还可采用隔离开关“桥”。为提高供电可靠性和简化继电保护，桥形接线宜采用正常断开桥开关的方式运行。因桥形接线向单母线接线的过渡比较困难，不适用于有发展前景的变电所。

单母线分段接线，供电可靠性高、接线简单、操作简便灵活，且便于扩建，是变电所常用的接线方式。当为终端变电所时，分段断路器开断运行，用户可由不同母线分别供电，从而获得两个电源。一段母线检修时，另一段母线仍能不间断供电。但单母线接线在一段母线或母线隔离开关检修时，接于该段母线上的所有回路都需在检修期间内停

电，故对于负荷重要、出线回路数多，母线分段停运不能保证一级负荷和正常生产所需的最低负荷时，宜采用双母线接线。

3.2.8 当 10（6）kV 母线短路电流大于断路器的断流能力，又不允许对主变采取增多台数、减小容量的办法降低短路电流时，采用大量高断流能力的断路器作馈线开关是不可取的。条文中列出了限制 6~10kV 线路短路电流的主要措施：

1 变压器分列运行，限流效果显著，且不增加任何投资，应尽量采用。设计中可不考虑变压器在转换电源时的短时并列；

2 高阻抗低损耗变压器用于限流，可以简化配电装置的结构，近年来已逐渐推广；

3 变压器回路中装设电抗器或分裂电抗器，也是一种常用的限流措施。但采用分裂电抗器时，如一臂的馈出线上发生短路，另一臂的母线电压会突然升高，电动机的无功电流也会增大，应在系统的继电保护设计中予以考虑。变压器回路设电抗器还能较好地适应系统发展，当变电所有可能由前期的小容量变压器更换成后期的大容量变压器时，前期只需预留装设电抗器的场地，限流措施可推至后期实施。

出线上装设电抗器投资最高，配电室一般需两层配置，建筑结构复杂。但出线上装设电抗器，在馈出线发生三相短路时，能维持母线有一定的剩余电压，并能减少 10（6）kV 冲击负荷引起的母线电压波动。因冶炼厂配电系统常有这种需要，故在本规范中仍予保留，设计中，一般按保持 60%~70%剩余电压选择电抗器。

3.2.9 向企业直接供电的电网电压称为外部供电电压，企业内部各级供、配电系统的电压称为内部配电电压。本条为 6kV 及以上配电电压的选择原则：

1 企业配电电压一般采用 10kV。采用 10kV 可以减小导线截面、节约有色金属、降低线损和压降，且与我国公用电力系统电压一致，有利于相互支援，故应优先采用；

2 目前，从电机产品情况看，10kV 电动机已逐步向小容量发展，与 6kV 电动机相比，价格相差不大，在城市的配电网络、水厂以及污水处理厂已普遍采用 10kV 电动机。因此，在新建的冶炼厂应积极采用 10kV 电动机，如遇工艺专业选用的机械设备配的是 6kV 电动机，应与机械设备制造部门协商改用 10kV 电动机。在特殊情况下（如大型风机出于调速的需要）出现 6kV 电动机时，可设 10kV/6kV 中间降压变压器对其供电。对老企业原有的 6kV 电动机，根据具体情况，有条件的也可逐步过渡到 10kV 电动机；

3 大型冶炼厂厂区范围大，为使高压深入负荷中心，也可考虑以 35kV 作为一次配电电压向大容量用电设备或分区降压变电所配电，再由分区降压变电所以 10kV 作为二次配电电压向各车间、工段配电。如厂区的线路走廊、环境条件允许，也可用 35kV 及以上的电压作为一次配电电压，用 35kV/0.4（0.66）kV 直接降压对车间供电，这样做，可以减

少变电级数、节省投资、降低损耗，并可提高电压质量；

4 同一电压的配电级数多，继电保护的级数随之增加，延长了继电保护和自动装置的动作时间，不利于及时恢复供电和电动机的自启动。配电层次的增加，还会使操作复杂，管理不便，故障机会增多。所以在条文中对同一电压的配电级数不宜多于二级的要求是符合国家标准《供配电系统设计规范》GB50052 中同一电压配电级数规定要求。

3.2.14 配电所 6kV~10kV 母线进线开关及分段开关的选择，牵涉到配电所内部关系和整体性操作要求，故作此规定：

1 由电网供电的配电所，进线设断路器，一方面可使企业停电、检修都比较灵活安全，减少了操作过程中的联系工作，另一方面也是近年来各供电局的要求，目的是为了企业内部故障或停电时，均不动作供电局的馈电断路器。

非专线供电时，为避免配电所内部故障影响同回路的其他配电点，应在进线侧装设带保护的断路器；

2 为方便母线带负荷转换和防止倒母线时一段母线的故障影响到另一段，配电所的母线分段开关宜采用带保护的断路器。

3.2.15 带熔断器的负荷开关代替断路器可降低造价，对不太重要的馈出线，在满足断流容量、动热稳定和保护选择性配合的情况下，可以采用。由于隔离开关不能开、合负载电流，除所带的变压器回路有条件利用低压侧电器切断负荷外，隔离开关熔断器不适用于变配电所的馈出线回路。条文中的熔断器加负荷开关指熔断器设在电源侧，目的是便于负荷开关检修。

3.2.16 高压电器检修时，在被检修电器与电源之间设隔离开关，以形成明显的断开点，并置于检修人员的监视之下，这是确保安全的重要措施。避雷器一般仅在雷雨季节前进行检查和试验，可趁母线停电时拉开互感器的隔离开关将其取出，故不需单独装设。

3.2.17 根据理论分析，电容器组的合闸过电压一般不大于 $2U_{ex}$ 。但在合闸过程中，如断路器触头出现弹跳，并引起多次重击穿，其过电压可达 $4.8U_{ex}$ ，对电容器的安全运行十分不利。为了限制电容器组的操作过电压，应选用断开时不重击穿、合闸时无弹跳的断路器。对于固定投入、不常操作的 10kV 电容器组，可采用切合容量大的断路器。对于频繁投切的分组电容器，可采用重击穿或燃率较小的断路器，所以 35kV 及以上的电容器组，宜采用 SF₆ 断路器，因 35kV 真空断路器尚不成熟，暂不推荐。

采用灭弧性能强的快速断路器开断空载电力变压器、电炉变压器、并联电抗补偿装置及空载线路都会产生程度不同的操作过电压，应在断路器与切合对象之间配置阻容吸收装置或金属氧化锌避雷器。

避雷器吸取的能量和阻容吸收装置，需根据被保护对象的容量和回路元件进行计算。设计中，可提供用电设备的性质和容量，由制造厂随同断路器配套供应。

3.2.18 本条为 10（6）kV 配电方式的确定原则：

1 放射式配电回路，相互间互不影响，可靠性最高，且有利于单独进行控制，故适用于高压用电设备和主要生产车间的配电；

2 电缆干线配电是由一回线路带多台变压器，可靠性不如放射式。但对负荷较大的车间或同一生产流程的相邻车间，当原本采用放射式供电的回路，因采用单台变压器容量过大，需改用两台或多台时，用干线式配电，就比较合适，既不会降低原有的供电可靠性，又可节省出线开关和电缆线路的投资。

3.2.19 D, yn11 接线与 Y, yn0 接线的同容量变压器相比，前者空载损耗与负载损耗虽略大于后者，但三次及三的倍数次谐波激磁电流可在原边的△形绕组内环流，有利于抑制高次谐波电流。另外，D, yn11 接线比 Y, yn0 接线的零序阻抗要小得多，有利于单相接地短路故障的切除。还有，当接用单相不平衡负荷时，Y, yn0 接线的变压器要求中性线电流不超过低压绕组额定电流的 25%，影响了变压器在非对称负荷情况下设备能力的充分利用，而 D, yn11 接线变压器，从电磁原理上可不受三相负荷对称与否的影响，能生产出中性电流为 100%额定电流的变压器。在 TN 及 TT 系统接地形式的低压电网中，只要与原有采用 Y, yn0 接线的低压系统没有电气联系，且无误并的可能，均宜采用 D, yn11 接线组别的变压器。

3.3 无功补偿

3.3.1 冶炼厂大量使用的异步电动机、电力变压器、矿热电炉、感应电炉、晶闸管整流装置、荧光灯、气体放电灯以及电炉短网等都需从系统中吸收无功功率，不仅要占用发电容量，增加网络损耗，还会影响电能质量。工程设计中，降低用电设备的无功消耗，提高自然功率因数，可以减少人工补偿容量，是提高企业功率因数最经济而有效的措施。提高自然功率因数措施有：合理采用同步电动机替代感应电动机；提高变压器的负荷率；减少晶闸管整流装置的深控；选用带有空载自动切除装置的用电设备；合理设计短网，以及正确选择变压器、电抗器的电抗值等。

3.3.3 本条是论述无功补偿的基本原则。为了尽量减少线损和压降，就地平衡的原则无疑是正确的。然而就地平衡也不能理解为所有需要无功补偿的地方都应该就地进行补偿，因为无功功率的平衡应是企业供配电系统的全面平衡，《全国供用电规则》所要求达到的功率因数是对全企业的要求，并非对所有用电点的要求。当高压侧已采取提高自然功率因数的措施，或当有大型滤波装置，其平均功率因数已大大超过 0.9 时，低压侧就应根

据情况少补，或在某些补偿效果不好的配电点不补。所以条文中又强调了“全面规划、合理分配”。为了电网的安全经济运行，企业应避免过补偿，防止向电网倒送无功。条文中强调了单台电机和车间就地补偿应有适当的环境条件，并应注意其负荷特点。其中负荷的平稳是一个很重要的因素，如对于频繁起、制动的电动机、可能快速正反转的电动机以及间断工作制的电动机等不应进行单台就地补偿。单台电动机补偿电流不得超过其励磁电流 90% 的规定，这是为了防止在电源切断后继续运转的电动机可能因电容过补偿产生自激，转为发电状态，以致造成过电压。

3.3.4 在电力负荷变化较大的场所，如不相应的调整电容补偿容量，就可能过补偿或因电压升高对某些电压敏感的用电设备（如灯泡）造成损坏。

由于高压无功自动补偿装置对切换元件的要求高，价格贵，检修维护困难，因此当补偿效果相同时，宜优先采用低压无功自动补偿装置。

3.3.5 电容器整组或分组投切，均不应与系统产生谐振，以免损坏电容器。另外，还应考虑合闸涌流对电容器组及回路电器的影响。

电容器组投入涌流的计算公式为：

$$I_s = I_c \sqrt{\frac{2S}{Q}} \quad (3.3.5-1)$$

式中 I_s ——电容器投入时的涌流（A）；
 I_c ——电容器额定电流（A）；
 S ——电容器安装处的短路容量（MVA）；
 Q ——电容器容量（MVAR）。

从式中可以看出，在相同的电网条件下，电容器分组的容量越小，相对的涌流倍数越大。为了节省设备，方便操作，宜适当减少分组，加大分组容量。

电容器投入时，如涌流大于控制开关所允许的电流，应采用串联电抗器加以限制，其电抗率 K 宜为 0.1%~1%。

为避免谐波放大损坏电容器，当母线上 5 次谐波电压较高时，宜联入 K 值为 5%~7% 的电抗器；当 3 次谐波电压较高时，宜串入 K 值为 12%~14% 的电抗器。

1 串入 K 值的主要原因：

当 K 值对应电容器+电抗器回路调谐频率如下：

K 值	4.50%	5.00%	6.00%	7.00%	12%	13%	14%
调谐频率（Hz）	236	224	204	189	144	139	133

1) K 值对应的调谐频率越接近 5 次或 3 次谐波的谐振频率，此时电容+电抗器回路

在对应的 3 次或 5 次电压谐波作用下呈现的阻抗值越低，因此如果 K 值对应的调谐频率过于接近 3 次或 5 次可能会导致此回路的谐波电流过载，情况严重可能会使电容器+电抗器损坏，乃至发生停电事故；

2) 如果电容器和电抗器的总容量误差（尽管单个电容器和电抗器的误差在国标范围内）较大，或者是一段时间后的电容值和电抗值发生变化，很容易造成 K 值的变化，且一般情况下主要是电容器的乏值降低，从而会使 K 值变得更小，这时候会更接近谐振频率（乃至等于对应 3 次或 5 次谐振频率），从而使更多的谐波电流流过，造成补偿回路过载，电容器和电抗器过热、损坏；

3) 因此建议“当母线上 5 次谐波电压较高时，宜联入 K 值为 4.5%~5.0%的电抗器；当 3 次谐波电压较高时，宜串入 K 值为 12.0%的电抗器”。

2 电容器回路串入电抗器后，电容器的端电压将高于接入电网的额定电压，故在串入电抗器后，装置内每相电容器的额定电压应重新调整并按以下公式确定：

$$U_{cn}=1.05U_{sn}/[\sqrt{3} (1-k)] \quad (3.3.5-2)$$

式中 U_{sn} ——接入电力网的额定电压（kV）；

U_{cn} ——每相电容器的额定电压（kV）；

K——电抗器的电抗率， $K=X_L/X_C$ ；

X_L ——每相电抗器的额定感抗（ Ω ）；

X_C ——每相电容器的额定容抗（ Ω ）。

3.3.6 根据国家有关规范的要求，电容器组应在断电后，通过放电装置，将电容器组两端的电压从峰值（ $\sqrt{2}$ 倍额定电压）迅速降至 50V 及以下。其放电时间，高压电容器不应大于 5S；低压电容器不应大于 3min。

放电装置不通过切合设备而与电容器组直接连接，在正常运行时虽会消耗能量，但可避免放电受切合设备故障的影响，安全可靠高。

3.4 电能质量要求

3.4.3 供配电系统的调压，应满足两个方面的要求，一个是保持合理的电压水平，一个是控制电压偏差的范围。

工程中完全按电网额定电压选择变压器的变比是不恰当的，因为电网各点的电压水平并不相同，根据接电点的实际情况合理选择变压器的变比，才能更好地把供配电系统的电压调整到合理的水平上。按负荷变化适当地调整电压分接头，虽可缩小电压偏差范围，但普通变压器的电压分接头需停电切换，只适合季节性的电压调整。减小网络阻抗和合理补偿无功功率，可以影响网络压降。从而同时起到提高电压水平和缩小电压偏差

范围的作用。

3.4.4 当电网的电压偏差超过了允许范围，或因负荷变化使企业内部配电网络末端电压偏差超过了允许范围，电压在 66kV 及以上的总降压变电所采用有载调压变压器，并按逆调压方式调压是最有效的措施。但应注意，在采用有载调压变压器实现逆调压时，由于电压的提高，处于原低电压水平下的有功负荷和无功负荷都会因电压升高而相应增加，网络因负荷变化而增加的压降可能抵消变电所调压的效果，设计中，必须在网络的负荷侧设置足够的无功电源来补偿因调压而增加的无功负荷。

3.4.7 高次谐波对电力系统的危害已逐渐引起各界的重视，国家已颁布了《电能质量公用电网谐波》GB/T14549 标准，规定了公用电网谐波的允许值。本条文的思想是为了加强企业内部的谐波治理，特别是针对由高压供电，以中压配电的工厂，不能因高次谐波在高压侧达到了电网的要求，就忽视了中压系统高次谐波对厂内配电系统的危害。

3.5 变电所与配电所

3.5.1 本条把变（配）电所位置应避免恶劣环境的影响放在首要地位，是因为冶炼厂的环境特殊，片面追求靠近负荷中心不注意与污染源的距离，常常会严重影响到变（配）电所的安全运行。以往的工程中，也不乏因为污染严重，而移址重建的实例。配电装置采用屋内式配置，可以减轻污染源的影响，但也应根据腐蚀、烟尘等的严重程度保持适当的距离。

3.5.2 变（配）电所如处于地震设防烈度为 7 度及以上的地区，其建构筑物及电气设备的安装，应采取必要的抗震措施，地震情况下的结构抗力或设计强度要适当提高，应符合现行国家标准《工业企业电气设备抗震设计规范》GB50556 的规定。

3.5.5 冶炼厂的电解、熔炼、烧结和大窑等污染车间，从烟囱或车间向四周排出大量的二氧化硫、氟化氢、氧化钠、氧化钙和金属粉尘等，或呈酸性，或呈碱性，对金属、水泥和瓷件等材料均有严重的腐蚀作用，使电气设备和支架的金属生锈或使绝缘性能降低，产生闪络。

对多个冶炼厂总变电所的调查资料表明：距主要污染源（熔炼车间、锌铸车间）50 m 左右的几个屋内式变电所，屋内电气设备受到的腐蚀程度均较轻，铁件基本无锈蚀，而屋外的导线、金具、钢铁支架均有严重腐蚀，屋外的配电装置的套管和绝缘子串也均集灰结垢；距污染源 200m 左右的几个屋外总变电所，虽也受到有腐蚀性气体和金属粉尘的影响，但程度大为减轻，在同时采取加大导体截面，加强瓷绝缘强度，使用防尘、防酸涂料及加强人工清扫等措施后，运行良好。可见深入冶炼厂厂区的变（配）电所建成屋内式为好。当距污染源车间 200m 以上，且处于厂区主导风向上风侧，地形开阔、烟气、

粉尘易逸散，同时采取防护措施的情况下，也可建成屋外式。

110kV SF₆ 全封闭组合电器是目前比较先进的电气设备，具有安全可靠，检修周期长，土建结构简单，大量节省用地等优点，比较适合于环境恶劣，场地比较狭窄的冶炼厂屋内式配置时采用。但其价格较贵，综合造价较常规屋外型高，设计中可酌情采用。

3.5.6 对安装在海拔高度超过 1000m 地区的电器外绝缘一般应予加强，可采用高原型产品或选用外绝缘提高一级的产品。海拔 3000m 以下地区，110kV 及以下配电装置也可选用磁吹避雷器来保护一般电气的外绝缘。海拔 4000m 以下地区，电器的试验电压应乘以系数 K。计算公式如下：

$$K = \frac{1}{1.1 - \frac{H}{10000}} \quad (3.5.6)$$

式中 H——安装地点的海拔高度（m）。

3.5.7 根据我国新的工业气候分类法，将原划为“湿热带”的长江以南大陆地区改称为“亚湿热带”，包括：贵州、湖南、湖北、江西、福建、浙江、广东、广西、安徽和江苏中南部、四川和云南东部以及台湾中北部，新划定的湿热带仅包括广东的雷州半岛、云南的西双版纳地区、台湾省南端及海南省等地。设计中应注意按新的分类法选用电器产品。

3.5.8 本条为变（配）电所直流、交流操作电源的一般设计原则。

全密封铅酸蓄电池具有免维护、高能量、无污染、安全可靠的卓越性能，是我国近年来日趋广泛应用的新型直流电源，现已逐步取代了传统的铅酸蓄电池及镉镍电池产品。

断路器数量很少的 6kV~10kV 配电所和车间内单个断路器的控制、保护可采用全交流操作。

3.5.18~3.5.19 条文和表中的尺寸，下限为国标有关规定的最小值。其上限为根据有色冶金系统运行经验的推荐值。设计中可根据具体情况灵活掌握。

当控制室设有吊顶时，其净空高度应为吊顶至室内地坪的净高。

屋内成套配电装置如为双列布置，条文中配电装置上方净距应为联络母线与上方梁底的净距。

3.5.20 随着工艺技术的进步和挖潜改造，冶炼厂的车间负荷难免会有所变化，有时仅靠变压器的裕量已不能满足需要，故宜将变压器室的土建结构按变压器容量加大一级设计，以留有较充分的发展余地。若变压器的最终容量已经确定，变压器室也可按最终容量设

计。

3.6 继电保护与自动装置

3.6.3 变（配）电所微机综合自动化的特点是：可靠性高、动作正确率高、运行维护灵活方便，对保护、控制、信号、测量、直流电源、远方调度等进行在线监控，特别是将保护监控及远方调度等功能分散到就地完成，仅由一根普通的通信电缆与主控室的主机联络，避免了以往的常规保护继电器将保护、控制、信号、测量线都接入主控室的做法，极大地简化了二次接线，减少了事故隐患。

66kV~110kV 变（配）电所，采用微机综合自动化装置时，110kV 断路器及主变压器安装处由于目前的产品没有专门的屏柜，所以其保护、测量装置宜在主控室集中组屏。

6kV~35kV 变（配）电所，采用微机综合自动化装置时，其保护、测量装置宜就地安装在开关柜上，可避免大量二次控制电缆引入控制室，简化接线，提高可靠性。

目前，国内微机综合自动化装置的生产厂家较多，如北京德威特电力系统自动化有限公司、国电南京自动化有限公司、南京国电南瑞自动化研究院、许昌继电器股份有限公司等，都生产有同类产品。

近年来，在株洲冶炼厂、来宾冶炼厂、广西汇元锰业有限公司、河南铝业 40 万吨/年氧化铝厂等工程的变（配）电所都广泛采用了微机综合自动化装置，并已投入运行，情况良好。

对旧企业的 6kV~110kV 变（配）电所改造，根据具体情况，也可采用微机综合自动化装置，进一步提高自动化水平。

3.6.5 引用国家标准《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062。

3.6.8 D, yn11 接线组别变压器因零序阻抗较小，利用高压侧的过电流保护，一般情况下，均能满足变压器低压侧单相接地短路保护的灵敏性要求。

3.6.9 当用隔离开关切合空载电流时，对于大容量变压器，应检验其断流能力，一般不应超过 2A。不能满足时，应采用负荷开关。

3.6.15 配电所 6kV~10kV 母线在无特殊要求时，一般不设专用母线保护，且不宜在进线断路器上增加一级保护来保护母线。

分段断路器设电流速断保护，是为避免合在带故障母线上引起正常母线段跳闸。为不增加与馈线保护实现选择性配合的困难和延长保护动作时间，合闸成功后保护应自动退出。

3.6.16 根据电容器的制造标准，电容器连续运行的工频过电压不得超过 1.10 倍额定电压。一切可能引起电容器过电压的故障，都应装设保护，并将整组电容器断开。电容器

组为多个电容器串联组成时，如因内部故障使串联电容器中部分电容器被切除或击穿，由于电压的重新分配，剩余的正常电容器可能过压。这种故障可由本条 3 款的保护装置进行保护。

变（配）电所设有电源重合闸或备用电源自动投入装置时，电源断开后，如电容器未从母线断开，且其放电残余电压来不及降到 10% 额定电压以下，而母线电压又立即恢复，就有可能使电容器承受高于 1.10 倍的过电压。失压后电容器不切除，当电压恢复时，还可能因变压器带电容器合闸，产生谐振过电压。此外，当变压器停电后，电压恢复的初期，因变压器未带上负荷，如不切除电容器，也会引起母线过电压。所以，在母线失压后，应由失压保护将电容器组及时从母线上切除。保护整定值要保证失压后电容器尚有残压时，能可靠动作，又要防止在系统瞬间电压下降时误动作。一般保护动作电压可整定为 0.5 倍~0.6 倍额定电压，动作时限为 0.5 秒~1.0 秒。

3.6.21 同步电动机带有励磁失步后，电动机定子绕组将产生很大的脉振电流，电流幅值可能超过允许值；失励同步机将从电源吸取大量无功，有可能使机端母线电压严重降低。此时同步机呈异步运转，时间过长将烧坏启动绕组，因此都应带时限动作于跳闸。

3.6.22 线路重合闸主要用于减少瞬时性故障（雷电闪络、鸟害等）跳闸引起的停电。

3.6.23 备用电源自动投入装置恢复供电的速度虽比手动倒闸快，但如维护管理不善，也可能造成事故扩大，除在对供电连续性有高要求的场所外，不宜在所有双电源变（配）电所普遍采用。

各级备用电源自动投入装置之间以及与各级继电保护装置之间应注意时限配合，否则会引起误动作而降低供电可靠性。

3.6.26 由于冶炼厂生产连续性强，负荷重要，停电损失大，一般情况下，不宜参入系统的自动低频减载轮次，特别是第一轮。如电力系统调度部门确有要求，可按统一安排装设。

3.6.28 变（配）电所采用微机综合自动化装置时，其保护装置易受外界干扰而引起误动作，除装置本身需采取抗干扰措施外，还必须对外部二次回路采取必要的抗干扰措施。

试验和运行经验证明，干扰电压主要来自一次系统的操作过程、事故和雷电过程，此外还来自二次系统的操作过程。

一次系统的干扰电压主要通过电场耦合、电磁感应和地电位升高传播到二次回路，在二次回路中产生干扰电压。二次系统操作过程产生的干扰电压，主要是通过二次回路连接导线传播。本条所列各项即为了针对上述干扰途径所应采取的主要措施。

条文中高压母线及高频暂态电流的入地点是指避雷器和避雷针的接地点、并联电容

器、电容式电压互感器、耦合电容器及电容器式套管等设备处。

3.7 电测量仪表装置

3.7.1 为保证企业用电安全 and 经济运行，应装设电气指示仪表和电能计量仪表。

电气指示仪表主要用于常规的电流、电压、功率、功率因数和频率等测量。起到监视用电质量，监视用电设备的运行情况，检查用电单位是否遵守规章制度，监视和检查三相交流不接地系统及直流系统的绝缘状况等作用。

电能计量仪表主要用于考核企业内部各部门用电技术经济指标或提供与供电部门结算电费的依据，一般为有功电能表和无功电能表，起到统计企业内各车间或经济核算单位的电能消耗，校核耗电定额，考核产品或半成品的单位耗电指标，核实企业消耗和输出的无功电能，确定企业及各经济核算单位的功率因数等作用。对于供电部门所设的电能计量点，还应能根据计费要求，精确地提供企业的总用电量。

3.7.2~3.7.3 为保证电测量系统的经济实用，仪表的准确度应与测量的具体要求相适应。仪表配用的互感器、分流器、变送器等的准确度，应与测量仪表准确度相适应。工程中应认真分析使用要求，区别对待。

3.7.5 引用国家现行标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T50063 的有关规定条文。

3.7.11 用户的用电计量点一般应安设在供电部门与企业的系统产权分界点。基本电费可按变压器容量的 kVA 数或最大功率需要的 kW 数计算。由于电费直接影响到企业的经济效益，故应本着对企业负责的原则认真与供电部门商定计量方式，并按规定采用标准的计量装置和保证应有的准确度。

3.7.12 表 3.7.12 主要是根据国家标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T50063 的规定编制，但在以下几点也反映了有色冶金系统电测量的特点和习惯，工程设计中允许根据使用条件对表中的规定作部分调整：

1 如需为 35kV~110kV 进线电流表和母线电压表专设互感器时，可以不装，由二次侧仪表间接反映；

2 35kV~110kV 主变压器如一次侧母线没有向单独的经济核算单位馈电的出线，一次侧可不设电能表，由二次侧电能表进行计量，以避免为此专设互感器；

3 馈出线输送容量较大时，可加装有功功率表；较小时不装，由电流表间接反映功率；

4 馈出线为单独的经济核算单位时，除设有有功电能表外，宜加装无功电能表。因有的企业反映，下属核算单位对无功负荷管理不严，甚至有的为了减少维护工作量，把已

装的无功补偿装置停用不投的情况出现；

5 由干线供电的企业内部变（配）电所，应根据电压等级在一次侧（进线侧）或二次侧装设有功和无功电能表；

6 对于三相负荷可能严重不平衡馈线回路，可设三只电流表；

7 1200V 及以上的大容量并联电力电容器组设无功功率表，小容量补偿装置可不装。

3.7.13 微机监控系统具有测量功能，准确度已达 0.5 级~1.0 级，满足测量、计量要求，可不装设多功能电力仪表。此时为了运行维护的方便，在变（配）电所母线上宜装设指针式或数字式电压表。

3.7.14 为了运行维护需要，在机房操作箱上，应装设指针式或数字式电流表。

3.8 防火与蓄油设施

3.8.3 以往变电所设计中，两台油量均超过 2500kg 的屋外油浸变压器之间无防火隔墙的防火净距规定为不小于 10m，这未能反映变压器容量及电压等级区别。国家标准《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB50060 已作了修改，应按新的标准执行。

3.8.5 为避免环境污染，贮油池应有油水分离设施，不得让废油随雨水流出影响环境。

3.9 对相关专业的要求

3.9.1 本条文为变（配）电所对土建建筑及结构的主要要求。

在烟尘严重地段，现场反映其配电装置室的采光窗积尘严重，即擦即有，不但达不到采光效果，还影响安全和美观，建议取消。本规范中作了相应的规定。

在鼠害严重地区，现场反映对于木质门、窗、老鼠仍能破门、窗而入，引起事故，后采用铁皮包裹，才得以避免。本规范作了相应的规定，以引起重视。

条文还强调了在地震设防烈度为 7 度及以上的变（配）电所，其主要建（构）筑物，应采取必要的抗震措施，并符合国家现行标准《工业企业电气设备抗震设计规范》GB50556 的规定。

3.9.2 本条为变（配）电所对采暖和通风的主要要求。配电室装有较多的断路器时，一般要考虑装设事故排烟装置，采用无油设备时，可仅按通风要求设置风机。

4 余热电站

4.1 一般规定

4.1.1 为了贯彻国家节能、环保的基本方针，实现综合利用，达到提高企业的经济效益，改善环境的目的，凡有余热、高温烟气排放的大中型冶炼厂企业，经技术经济比较后确定建设余热电站的合理性。

4.2 电气部分

4.2.1 为了对电站的电气设备进行监控，使电站安全运行，必须单独设置电气主控制室，同时也作为热机设备的控制室。

主控室建起来以后，再行扩建是比较困难的，因为电站的控制屏（箱）已按规划容量布置好，若再行扩建，原有的控制屏（箱）无法移动，难以重新布置，同时也将影响已建机组的正常运行，所以，主控室应按规划容量一次建成。

近年来，由于冶炼工艺技术的不断改进，对规划容量估计不足，给扩建工程带来了困难，因此，在前期工程中要认真做好规划容量的论证工作，当规划容量一时难以最终确定时，电站的建设可在规划容量的基础上，适当留有余地，以利于今后的扩建。

4.2.2 主控制室屏间距离与通道宽度，应满足运行维护，调试方便的要求。屏（箱）布置上，应为分期建设创造条件。

4.2.3 条文中发电机的额定电压，要根据发电机容量的大小、企业配电电压，进行技术经济比较确定。但是，近年来冶炼企业内部的配电电压都采用 10kV（也有个别旧企业原来就采用 6kV 作为企业内部配电电压的）。所以在新建的冶炼企业，电站发电机的额定电压应采用 10.5kV，直接用发电机母线电压与企业的 10kV 配电系统连接，把电力送往企业的配电系统。此时，站用电可通过从发电机母线上连接的 10.5kV/0.4kV 降压变压器供给。

应该指出的是，在旧的企业配电电压为 6kV，又要建余热电站时，发电机的额定电压应采用 6.3kV。

4.2.4 电站的总装机容量不大，采用单母线或单母线分段，接线简单，操作和运行维护都较方便。

4.2.6 发电机中性点采用电阻接地有许多优点，相对于不接地方式，能有效地抑制系统单相接地暂态过电压，可降低设备和线路对绝缘水平的要求，防止接地过电压对电动机、电缆绝缘的危害，并可减少由单相接地发展为多相接地短路的可能性。

发电机内部单相接地故障如不要求立即停机，对于不同电压、不同容量的发电机，其允许的最大单相接地故障电容电流有不同的允许值，考虑到余热电站的发电机组多为小型机组，按照国家现行标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB50064

的规定，本条文引入了电阻接地方式，单相接地故障电容电流不得大于 4A，如不满足此要求时，应通过发电机定子接地保护快速停机。

4.2.14 电站发电机与企业内部电力系统并网，宜选择靠近电站的企业变（配）电所内进行，也可在电站发电机 10.5（6.3）kV 母线上进行，一般采用准同步并网方式。

4.2.17 为了保证电站的安全运行，计算蓄电池容量时，应留有裕度，所以规定交流站用电事故停电时间应按 1h 计算。

4.2.18 在取得外接交流电源后电站才能起动，此时的用电负荷主要是水泵、油泵及照明负荷等，用电负荷不大，可从企业电网引接专用线供给。此线路可按永久性线路设计，作为电站投运后的备用电源。

4.3 对相关专业的要求

4.3.6 在鼠害严重地区，现场反映对于木质门、窗、老鼠仍能破门、窗而入，引起事故，后采用铁皮包裹，才得以避免，门槛处应设高度不低于 500mm 防鼠金属挡板。本规范作了相应的规定，以引起重视。

5 厂区线路

5.1 一般规定

5.1.1 条文所指厂区线路不包括车间内的配电线路。

5.1.2 本条规定和确定了有色金属冶炼厂厂区线路的结构型式和基本原则。

由于厂区内酸、碱腐蚀性气体严重，难以保证架空线路的安全运行，另外冶炼厂总图配置紧凑，室外工艺管道较多，架空线走廊难以布置，故厂区线路应以电缆线路为主。但近年来国家环保部门高度重视环境保护，工厂实现有害气体 0 排放，所以有条件的地段也可采用架空线路。

5.1.3 本条为设计中应贯彻的一般性设计原则：

1 导体的“持续允许载流量”是采用了国标《电力工程电缆设计规范》GB50217 中的用词，用以区别导体在基准条件下的“允许持续载流量”，前者为后者按工程敷设条件校正后的数值。“最大工作电流”，不包括运行中短时出现的尖峰电流，如电动机的起动电流、变压器、电容器等电力设备投入时的涌流，但考虑可以预见的负荷增长或运行方式改变后可能出现的最大负荷电流；

2 “正常工作电流”是指在设计的正常运行方式下出现的电流，不考虑事故运行状态。考虑到电缆的价格高，且在厂区内又多为短电缆，为降低造价，本款未规定按经济电流密度选择电缆截面；

3 线路在最大工作电流下的允许电压降，有关规范中虽有高压配电线路为 5%；低压配电线路为 4% 的规定，考虑到企业供配电系统电压调整的最终目的是满足用电设备端子处电压偏差允许值，控制线路压降只是调压计算中的一个部分，故本规范不明确规定线路允许压降的具体数值，仅要求达到在系统电压调整总体要求下所确定的线路压降允许值。

5.1.4 线路设计中，涉及爆炸和火灾危险环境的具体要求，除《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058 外，还有很多专项规范，如：煤气站、制氧站、石油气站等等，均应遵守。

5.2 电缆线路

5.2.1 电缆通道的环境条件，主要指沿敷设路径地面上、下一切对电缆运行有影响的因素。如：有无酸、碱腐蚀性介质及高温介质或熔化金属的影响，有无爆炸火灾危险气体或灰尘的积聚，有无载重车辆碾压和反复开挖的可能，地下水位及厂内下水管排水标高、地层是否稳定，有无流砂或塌陷可能，冻土地带的冻土深度等。电缆沟或直埋电缆应避免道路的绿化带。

施工条件主要指地面上、下一切对电缆敷设有影响的因素。如：其它工艺管道的敷设情况及所输送介质的品类，有无可供利用的建筑物或共同合建管网支架的条件等。

5.2.2

1 同截面电缆用铜芯比铝芯允许载流量虽可增大约 30%，同样条件下，导体的接触电阻铜与铜比铝与铜，要小约 10 倍~30 倍，据美国消费品安全委员会（CPCS）统计的火灾事故率，铜芯线缆仅为铝芯线缆的 1/55，可以认为铜芯电缆比铝芯电缆在与以铜导体为主的电气设备相连接时，安全及可靠性较高，故铜芯电缆适用于对电气连接有高可靠性要求的回路。在冶炼厂有酸碱气体的潮湿环境中，由于存在接触面的电化学反应，优点尤为突出。

采用铜线芯损耗比较低，铜材的机械性能优于铝材，延展性好，便于加工和安装，抗疲劳强度为铝材的 1.7 倍，所以，在冶炼厂中主要的配电回路应采用铜芯电缆。

条文中规定重要电源回路应采用铜芯，是因为电源回路一般电流较大，同一回路往往需多根电缆并联，造成柜、盘内连接拥挤，常因连接处故障导致严重事故，采用铜芯可减少电缆并联根数，提高电缆回路的整体安全可靠；

2 由于冶炼厂厂区内都存在不同程度的酸、碱腐蚀，外钢带的一般性防腐处理达不到防腐要求故宜采用挤塑外护层的内铠装电缆。文中规定明敷大截面塑料电缆，可采用无铠装电缆，是根据全塑电缆受鼠害的调查统计资料。资料表明，受害比例最大的是外径 10mm~15mm 小截面电缆，故在鼠害严重地区明敷的小截面电缆仍宜采用铠装电缆；

3 聚氯乙烯绝缘电缆，线芯长期允许工作温度 70℃，短路热稳定允许温度 300mm²及以下截面为 160℃，300mm²以上为 140℃，目前有 1kV 及 6kV 两级，优点是制造工艺简便，重量轻，弯曲性能好，接头制作简便，耐油，耐酸、碱腐蚀，不延燃；具有内铠装结构，使钢带或钢丝免受腐蚀，价格便宜，适用于敷设在桥架、槽盒内。聚氯乙烯的缺点是对气候适应性能差，低温时变硬发脆，燃烧时散发有毒烟气。

6kV~35kV 交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆，线芯长期允许工作温度 90℃，短路热稳定允许温度 250℃，介质损耗低，性能优良，结构简单，制造方便，外径小，重量轻，耐腐蚀，载流量大，敷设方便，制作终端和中间接头简便，燃烧时不会产生大量毒气及烟雾，目前被广泛采用。

5.2.3~5.2.4 根据国家现行标准《电力工程电缆设计规范》GB50217 编制。

5.2.6~5.2.7 条文中特殊敷设条件系指：

- 1 中频供电回路使用非同轴电缆；
- 2 单芯高压电缆以交叉互联接地，当单元中三个区段不等长时；

- 3 敷设于塑料保护管中的电缆；
- 4 敷设于封闭、半封闭或透气式耐火槽盒中的电缆；
- 5 施加在电缆上的防火涂料、包带等覆盖层厚度大于 1.5mm 时；
- 6 沟内电缆埋沙且无正常性水分补充时；

7 缆芯工作温度大于 70℃ 的电缆，多根敷设于未装通风的隧道、竖井或直埋在干燥或潮湿土壤中时。

5.2.10 高温、腐蚀、水泡以及外力破坏是导致电缆故障的主要原因，设计中应尽力避免，不能片面追求最短路径。

5.2.11 ~5.2.13 由于冶炼厂电缆数量多，且受地面及地下环境条件和施工条件的限制，为保证线路安全和便于施工维护，新建工程中，厂区电缆已普遍采用电缆桥架或栈桥架空敷设，一些老厂也逐步把架空线、电缆沟淘汰，改为电缆桥架或栈桥。条文规定的主要考虑是优先采用电缆桥架或电缆栈桥，有条件地采用其它敷设方式。条文也对电缆架空明设提出了一般性要求。

不同形式的桥架各有特点，选用时应因地制宜。无孔托盘防护性能好，而散热性能不及有孔托盘，应按工程具体情况确定。

工厂制作的金属桥架多为薄钢板冲压组装而成，加之多层装配，电缆敷设完成后，定期涂漆维护是十分困难的。根据国家标准，在冶炼厂的腐蚀环境中，从根本上保证桥架能维持预计工程寿命下可靠安全运行，必须按一次性防腐处理方式所具有的耐久性。作为选择桥架防腐方式的基础工程中可以根据环境的腐蚀轻重程度，采用喷塑金属桥架、普通玻璃钢桥架、无机复合型玻璃钢桥架，也可采用现场制作的钢结构或预制混凝土栈桥（相当于架空的电缆沟）。条文中指出了工厂电缆的主干道采用现场预制的混凝土电缆栈桥是较理想的，从主干道分支到用户的支线，由于电缆根数不多，采用直埋或玻璃钢桥架敷设是较好的。现场预制的混凝土电缆栈桥已在株洲冶炼厂、韶关冶炼厂得到应用，运行已 10 多年，防腐性能良好。型钢制作的臂式支架，基材比薄钢板桥架厚，且易于实施定期涂漆维护，故不强调一次性防腐处理。

5.2.14 这是考虑到地下管道故障时，在挖掘、检修过程中极易造成人身事故和损伤电缆，造成用户的大面积停电。另外，在挖掘过程中也容易损坏管道，造成用户大面积停水（气），带来生活上的不便。

5.2.18 在隧道、沟、竖井、夹层等封闭式电缆通道中敷设的电力电缆、控制电缆若与有爆炸危险的液化气、天然气、煤气及氢气等气体管道近旁敷设时，一旦这些具有爆炸性气体的管道漏气，引起爆炸、火灾，将造成大量电缆损坏，使全厂发生大面积停电，且

恢复供电时间长，严重影响生产。

5.2.19 不同敷设条件下，电缆着火后的蔓延程度及其危害是不相同的。明敷的非难燃电缆在数量较少时，可能不形成延燃而自熄；密集敷设的电缆群着火后则往往难以自熄而使火灾蔓延扩大，甚至密集敷设的难燃电缆，如果所选用电缆的难燃性达不到等价于工程条件的有效阻燃性时仍可能着火延燃。所以适当地采用防火分隔，防止火源相互串燃，对于电缆防火是十分必要的，也是十分有效的。

1 防火封堵一般采用防火堵料、填料或阻火包、耐火隔板等组成；防火墙以往有用普通砖砌，或在电缆贯通孔洞部位用板结状材料封堵的方式，虽可满足防火性，但在运行中更换或增添电缆时，由于拆装不便常碰伤其他电缆，也因往往未及时封堵处理，导致延燃发展的事故。故宜采用矿棉、岩棉或泡沫石棉块等软质材料或防火堵料、耐火隔板等构成防火墙。所有封堵和防火措施，应能经受积水或鼠害的破坏，并能满足等效工程条件下标准试验的耐火极限不低于 1h；

2 在隧道中减少防火门的设置数量，改用防串燃的措施，是因为防火门存在着关门运行会影响正常通风，开门运行又可能在火灾发生时因自动关闭装置失灵而使防火分隔失效的缺点；

3 互为备用的双回路，分开敷设有防止电缆着火后相互蔓延的有效措施。对于向一级负荷送电的双回路，应优先考虑这种敷设方式。

5.2.20 利用电缆防火阻燃材料，对明敷的非难燃电缆，采取分段阻燃是防止电缆着火后延燃不熄的手段，比全线采用难燃电缆更为经济。阻燃防护或阻燃段，可采取在电缆上刷防火涂料、缠绕防火包带，电缆数量较多时，还可采用难燃、耐火槽盒或阻火包等措施。

5.2.21 本条比较严格地规定了难燃电缆的使用条件和注意事项。难燃电缆是指按标准燃烧试验在着火后，能阻止延燃直至自熄的电缆（俗称阻燃电缆）。设计者应充分理解“标准燃烧试验”的含义。难燃电缆并非在任何燃烧条件下即任意的电缆根数及敷设方式下均能保证着火后的自熄，只有所选用电缆的难燃性考核标准能达到等效于工程基本特征时，才能达到采用难燃电缆的目的。

现行国家标准将电缆的难燃性分成 A、B、C 三级。C 类试验条件最严格，价格也最高，应本着安全适度的原则，结合工程的具体条件合理选用。条文中还规定了在同一回路中，当各段的等效工程条件不同时，应考虑在条件较严格的地段采用附加防火阻燃措施，以降低电缆阻燃类别，从而合理的降低工程造价。

5.2.22 条文更严格地限制了耐火电缆的使用条件，并把对普通电缆实施耐火防护放在首

先位置。当电缆数量较少时，可用防火涂料、防火包带加于电缆上或把电缆穿于耐火管中。同一通道中电缆较多时，宜敷设于耐火槽盒内。对电力电缆宜用透气形式，在无易燃粉尘的环境可采用半封闭式，敷设在桥架上的电缆防护区段不长时也可采用阻火包。必要时，可采用普通防火电缆。在油罐区及高温场所等耐火要求高且敷设安装和经济性能接受的情况下，可采用不燃性矿物绝缘电缆。

5.2.23 过去在潮湿的隧道中装设报警用探头，常因湿气引起误报，以致停用。然而缺乏自动报警，不能早期发现火情及时进行消防灭火，是很不安全的。采用防潮型探头或火灾检知线（又称感温报警线）可避免上述缺点。

5.3 架空线路

5.3.1 路径及杆位选择是架空线路设计的重要环节。避开条文中所列的地段，是保证线路安全运行、提高供电可靠性的关键。设计中应在充分了解厂区具体环境条件的基础上，合理的确定线路的路径及杆位。

5.3.3 按照国务院关于城乡划分标准的规定，工矿企业列为城镇型居民区。

5.3.4 确定厂区内和厂区外距围墙 1.5km 以内为架空线路的防腐、防污区。是考虑到冶炼对环境的污染及其影响范围。

5.3.5 架空线路全线或个别地段的实际气象条件与标准气象区规定的数值差异较大（如风速、导线结冰厚度等），在过去的线路设计中常出现，2008 年 1 月，我国南方几个省，如湖南、湖北、贵州、安徽、广西等省，发生了我国有气象记录（1954 年）以来最严重的冰雪灾害，导线结冰如人腿那么粗，特别是贵州省的山区输电线路倒杆、断线频频发生，部分电网解列崩溃，损失十分严重。在这种情况下，为保证线路的安全可靠运行，在导线的选型和杆塔的结构上都应十分注意，所以应向当地气象部门收集资料，按当地的实际气象资料进行设计。

5.3.7 本条是针对一、二级用电负荷对电源的可靠性要求所作的规定。

由于存在倒杆事故，满足正常带电检修要求的共杆架设双回路，只适合于能满足对二级负荷的配电，达不到一级负荷对电源的可靠性要求。考虑到在厂区内铁塔线路倒杆事故极为罕见，故在路径狭窄，分杆架设确有困难时，允许以铁塔共杆线路向一级负荷配电。

5.3.8 导线跨越屋顶表面（不包括屋架结构）为可燃材料的建筑物时，线路故障可能引起建筑物着火，建筑物发生火灾也可能影响线路的安全运行。考虑到在冶炼厂厂区内，供电可靠性要求高，火灾的损失大，而且线路与建筑物同属一个单位，关系容易协调，故本规范规定为“严禁跨越”。

5.3.11 接户线系指线路终端杆至受电用户建筑物导线支持点间的引线。由于建筑物导线支持点难以承受大的导线拉力，接户线都按控制张力安装，加之支持点间的线间距离都远比线路杆塔小，所以对进户线的档距应进行限制，以避免因弧垂增大，线间距离不够而发生的碰线事故。

低压接户线档距在 25m~40m 之间时，增设接户杆仍然是为了使接户线档距控制在 25m 以内，超过 40m 应按低压配电线路设计。

6 电解整流所

6.1 一般规定

6.1.1 本规范整流所，泛指应用硅二极管和晶闸管整流电路装置的整流所。

6.1.2 铝电解厂用整流所均为全厂的负荷中心，约 90%~95%的负荷为电解整流负荷。全国已生产的各大、中型铝厂的整流所为便于集中管理，均与全厂动力用电的总变(配)电所建在一起。这是合理的，也是很必要的。镁电解整流所靠近总变(配)电所一般是合理的。

重有色金属冶炼厂的大型锌电解整流所，机组台数多，占全厂负荷的比例大，多与企业的总变(配)电所合建。

6.2 供电电源与接线系统

6.2.1 铝电解属高温熔盐电解，温度达 900℃~1000℃，需要连续不断地通过一定值的恒定电流才能保持电解槽正常生产所需的温度。停电(不含正常电源操作切换)或降低直流电流，不仅破坏正常生产，严重时将使整个系列电解槽遭受破坏。

降低直流电流时，将引起槽温下降，破坏电解槽的热平衡，槽底沉渣增多，电阻增大，槽电压升高，阳极效应增多，槽子处于病态，严重时电解不可能正常运行而生产不出铝来。直流电流大幅度地波动或降低，槽温变化大，局部过热，在热胀冷缩过程中，出现裂纹，缩短电解槽的寿命。

全停电时间过长，电解质将凝结。恢复供电时，会出现电解槽内衬炭块产生裂缝而漏槽，槽子被迫停产大修等一系列严重问题。大修一个大型预焙电解槽的修理费，约需电解槽基建费的 40%，如全部槽子大修，相当于新建一半以上槽子的工作量，而最短也得在半年以后才能恢复生产。

对于供电给铝电解整流所的电源应按一级负荷考虑，应不少于两个供电电源。

重有色金属电解为水溶液电解，其中锌电解直流停电后，阴极会产生返溶并发生氢气，可能引起爆炸，其他重金属电解虽不会因直流停电引起重大事故，但其生产连续性高，产品价值在国民经济所占地位重要，亦不希望长时间停电，影响产量。故条文中根据整流所的规模，对电源提出了不同的要求。

6.2.2 铝电解全停电时间，指电解槽的直流电源中断时间，包括整流机组为恢复供电所需时间。故电源实际中断时间应更短。锌电解保证 15%~20%的正常系列电流为维持电解槽极板既不电解亦不返溶的电流。

6.2.3 本条规定了整流所交流主接线的确定原则：

1 大、中型铝电解厂整流所的整流机组交流侧主接线都是采用双母线系统。这是由

铝电解全年 8760 小时生产要求不停电不减负荷所确定的。即没有停电检修时间，对供电的可靠性要求很高。

大、中型铝电解厂整流所机组的数量都在 3 台~6 台。如不采用双母线系统，则检修高压母线和母线隔离开关时，将被迫停电或减电。机组数在三组时，若将三组机组分别接在单母线的三段母线上，且每段装设双隔离开关。正常时各分段隔离开关合上由一个电源供电，另一电源作备用。此接线与不带母联断路器的简易双母线系统的投资相差不多，但仍带来诸如所用电变压器、全厂动力用电与整流机组共接于一个电源上，一旦事故需全停机组，有可能造成全厂停电，而另一个电源却没有得到合理的利用，因此铝电解整流所应采用双母线系统；

2 对于重有色金属电解用整流所也有类似铝电解的情况，对全年连续生产的大型整流所，宜采用双母线系统；全年有停电检修时间的整流所一般采用单母线分段；

3 为了避免将同一系列的整流机组分别由两段（指运行时断开段）母线供电，当其中一段母线停电时，接在另一段母线上的机组由于负荷转移而过载，发生损坏整流器事故。但当一个系列负载很大时。由单台或两台降压变压器同时对一段母线供电造成高压配电设备因短路容量过大而无法选择时，可采用双分裂绕组的降压变压器。该变压器的两个绕组分别接在不并列运行的两段母线上以降低短路容量，此时允许将一个系列的整流机组分别接在两段母线上。如其中一段母线发生事故时将该变压器的电源侧断路器断开；

4 要注意避免三台变压器中的一台或两台为两绕组，而其中一台为三绕组变压器，造成变压器阻抗电压值不相同，变压器并联后输出容量不能满足电解生产的需要；

5 是为了避免逐台切合整流机组时，出现负荷电流大于每组机组额定值，致使损坏整流器。本条主要针对一些小型电解铝厂当有载自耦调压变压器或第三绕组调压的直降式整流变压器，设置二个或三个无励磁倒换段时，在高一段电压范围内进行有载调压时，其最低一级电压可能为整流机组 $1/2 \sim 2/3$ 的额定值，虽然一般电解槽都具有一定值的反电势（铝电解约为槽电压的 35%，锌电解约为 75%，铜电解为零）。当一个电解系列由多个整流机组供电时，必须验算在各无励磁倒换段的最低一级调压级，投入第一组或最后切除的一组可能出现的过负荷情况。若可能过负荷，则应考虑利用总进线或母线（分段）断路器同时切合全部机组的措施，无此要求时，母线（分段）断路器也可不装；

6 若所用电及全厂动力用电与整流机组接于同一母线，用电源进线或母联断路器切合电解系列全部机组时，将造成全厂性停电事故。因此，在正常运行时，应使这部分负荷接于另一段母线上。

6.2.5 一般直流隔离器的安装位置较高，不便于手动操作，为尽快与直流系统隔离以便恢复供电等；而用电动操作。

6.3 整流机组的选择及谐波治理

6.3.1 整流机组一次侧电压及降压方式，与外部供电电压及整流所总容量密切相关；应根据全面的技术经济比较确定。

1 根据设计经验，机组一次电压应优先考虑采用电网电压，尽量避免对电解用整流负荷进行两次降压；以降低投资；减少电能损耗，减少机组一次侧电压波形的畸变。根据上述原则列出了本款附表所列整流机组单组容量与机组一次电压的选择表；

2 当电网电压为 110kV，输出总功率大于或等于 40MW，其单机容量在 12.5MVA~25MVA 之间，按 1 款采用 110kV 直降式整流机组与经二次降压的普通整流机组相比较，其经济效果显著，应优先采用；

3 当外部供电电压为 220kV 时；多为年产 10 万吨级以上的铝电解厂，应采用 220kV 直降方案。

6.3.2 整流机组直流母线其中包括整流所至电解厂房段的母线。铝电解用整流机组直流额定电压，按条文所述原则确定。随着电解槽容量的增大，平均槽电压和阳极效应电压均在降低，因此铝电解系列发生阳极效应的个数是：100 台电解槽及以下宜取 1 个，以上宜取 2 个。

2 重有色金属电解用整流机组的额定直流电压，除按工艺生产所需的电压值外，还必须考虑电解槽和电解液循环系统的绝缘水平，使漏泄电流不危及人身安全。由于水溶液电解槽在生产过程中产生酸雾，对电解槽、楼板、新液及废渣总流槽虽有绝缘物支持，但绝缘物表面积酸较严重，漏泄电流随着系列电压的增高而增大，既不安全也影响到电解电流效率。应根据国内的生产运行经验，确定了最高限制系列电压。

6.3.3 铝电解系列整流机组数量与机组电流，考虑下列因素确定：

1 满足工艺生产要求；

2 节省投资和获得较高的整流效率。整流机组台数的增多相应的增加了一、二次开关设备和辅助设施的数量，因而也增大了土建建筑面积和设备投资；尤其当采用 110kV 及以上电压直降方案时，一次开关设备较为昂贵，而且 110kV 及以上电压直降式调压整流变压器单位容量的制造费用随着容量增大而减小，容量小于 10MVA 时是不经济的。适当增加整流机组单机容量和减少整流机组台数，不但能节省投资，而且便于整流机组在停电和送电时的操作；

3 保证整流机组中任一检修或故障时，电解系列电流仍不降低。一般采用 $(n+1)$

的原则。但全系列机组正常时应全部投入运行，以构成对称等效多相制，有利于抑制谐波，可大大降低电能损耗，特别是大容量系列；

4 由于多机组并联运行，机组间、整流柜间电流分配的不均衡，规定 n 台整流机组额定电流的总和应大于电解系列电流需要值的 5%~15%；

5 在不增加或少增加投资条件下，尽可能使整个整流所形成较高的整流相数，以减少整流机组产生的高次谐波对电网的影响；

6 尽量选用目前国家已生产的标准设备；

7 与工艺发展的可能性相协调。

6.3.4 重有色大型电解整流所的备用整流机组应为热备用，即在正常情况下包括备用的整流机组均投入运行，当任一组故障或检修时，不应降低电解电流。

中小型电解整流所容量小，许多情况下可选择一组整流机组运行。设备检修一般与电解车间检修配合，仅考虑易损元件的备用。

整流机组的容量与组数一般都应经过技术经济方案比较来确定。由于重有色金属电解系列直流电压和电流都不太大，机组数量不宜过多。机组数多，虽然备用率可降低，但占地面积大，维护量大，投资不一定省。适当减少组数，增大机组容量，还可能有利于电网供电电压直降式整流机组的采用，这对减少电压层次，降低电耗，节约投资都是有利的。由于每台机组特性不能完全一致，其相互间的电流差按 4%~6%考虑，因此，一个系列的整流机组额定电流总和(不包括备用机组)应等于系列电流的 1.05 倍~1.15 倍。

6.3.5 稳流和滤波是电解整流的两大技术进步。电解用整流装置采用自动稳流系统后，可提高电解效率 3%~4%，铝电解单耗节电： $130\text{kA} \sim 350\text{kA}$ 槽 $500\text{ kW} \cdot \text{h/t} \sim 700\text{ kW} \cdot \text{h/t}$ 。

二极管整流加饱和电抗器稳流，其有载调压分接开关较少操作，减少了维护工作量和延长了使用年限，提高了供电可靠性。晶闸管整流精度高、调整范围广、响应速度快、整流变压器结构简单、停送电方便、闭锁后可无载操作机组断路器，计算机控制亦优于二极管整流。

6.3.7 整流所抑制谐波主要有多相制整流和设滤波装置：

1 二极管无饱和电抗器调压，其功率因数一般不低于 0.92。不存在无功补偿问题，但谐波不一定达标过关。所以，首先考虑多相整流这种最简单的治理谐波的方法。单机组等效 12 相整流，基本上消除了幅植较大的 5 次和 7 次谐波；

2 二极管加饱和电抗器调压稳流和晶闸管整流控制稳流，功率因数往往达不到要求，必须进行功率因数补偿；至于是否需要谐波治理装置应根据实际电力系统要求确定；多机组并联的整流系统其单机组采用 6 相还是 12 相应根据具体工程结合滤波补偿装置的综

合考虑为宜。

6.3.8 滤波装置设计考虑的因素是：

- 1 滤波装置在基波下呈容性，它可兼作无功补偿装置，所以应统一考虑；
- 2 从国内外运行经验的总结，滤波装置接在整流机组的供电母线上集中补偿，比各机组通过变压器补偿线圈接滤波补偿装置的效果好，因此在有条件时宜在供电母线上集中补偿，具体采用哪种方式应根据工程实际和系统长期运行维护、检修等因素综合考虑；
- 3 为使各分支滤波器能单独运行，在可靠的前提下考虑电气接线简单、少用设备、节省投资、运行操作及维护检修方便。为防止大气和操作过电压击穿滤波器 应在其两端装设避雷器。滤波器应设有低电压、过负荷、过电流，电流速断及电容器不平衡保护等二次设备；
- 4 重燃断路器会因过流过压而爆炸；
- 5 因理论计算与实际有误差，制造上也存在差异，所以串联电抗器应设调整调谐的抽头以达到最佳滤波效果；
- 6 从安全、独立运行考虑设围栏；
- 7 特征谐波经计算较接近实际，而非特征谐波(偶次、3 和 3 的倍数次)计算较困难，一般经实测比较准确。如某电解铝厂引进可控硅整流机组及其滤波装置，投产后经测试发现 3 次谐波超标。另一电解铝厂同样引进设备，结果 6 次谐波超标，理应采用补救措施，但因设计没考虑预留安装场地而实现困难。

6.3.9 双反星带或不带平衡电抗器接线的二极管整流机组，整流臂短路将同时构成交流和直流两侧短路。非故障臂以及并联运行的整流器和具有反电动势的直流负荷，都向故障臂供给事故电流。不仅仅是以整流元件的反峰压提高为转移。

某铝电解厂，直流输出电压超过 300V，因元件击穿造成严重事故，被迫停产，整流所被废。美国规范也将并联运行时，直流额定电压限制在 300V 及以下。

本条仅对双反星带或不带平衡电抗器接线的适用电压进行了规定。由于双反星带平衡电抗器接线的整流变压器制造结构比三相桥式接线复杂，容量亦大 21%，而整流器的成本一般仅为变压器成本（不包括调压开关）的 1/3，故机组并联运行时，虽直流电压小于条文中的电压规定值，只要技术经济合理，亦可选用桥式接线。

6.3.10 电压偏移率等于机组各部分阻抗引起的直流电压降(以空载直流电压的百分数表示)，其中变压器的短路阻抗造成的压降占主要成分。在大多数整流电路内，短路阻抗可以代替换相电抗。因而，短路阻抗大，则换相角也大；位移因数低，电压偏移率大(外特性斜度大)。此外，为了限制短路电流不致过大，往往希望提高整流变压器的短路阻抗，

但是在大型机组内，即使将短路阻抗提高到较高值，变压器二次侧的短路电流往往还是大到难以保证短路动稳定的程度。因此，综合以上两个相互矛盾的因素，规定整流变压器的合理的短路阻抗很有必要。在大型机组内，二次侧常为多绕组。校验短路稳定时，只考虑其中一组绕组短路。二次侧一组绕组短路时的短路阻抗值可到 20%~30%，而全部绕组短路时的短路阻抗宜在 15%以下，为了有一个合理的数值，本规范规定电压偏移率不大于 10%。

6.3.14 因分期投产时间间隔较长和使晶闸管不致深控，在整流变压器设置适当的抽头配合调压，不失为降低谐波含量和提高功率因数的措施。如某铝电解厂 110kV 晶闸管直降机组整流变压器无载抽头为，20%、40%、60%、80%、100%共五档；某锌电解厂 220kV 晶闸管机组在整流变压器 80%处抽头星形和三角形倒换；某铜电解厂晶闸管整流机组采用调压深度为 30%的有载抽头配合晶闸管调压。

抽头调压的方式、级数应根据工艺生产情况确定。能用无载抽头尽可能不用有载，以降低设备费用和充分发挥晶闸管的优势。

6.3.15 调压范围的下限和级电压差的确定：

1 为避免全系列整流机组逐台进行停电或送电操作时，最先投入或最后切除的机组不致严重过负荷；

2 投产初期电解系列常分批焙烧起动电解槽，整流装置调压范围的下限主要决定于焙烧过程(铝电解)的需要和开始送电时需要的电压(重有色)，同时考虑到适当缩小有载连续调压范围，以简化有载分接开关的结构，还须考虑满足逐个机组停送电需要，如采用无激磁切换变压器抽头和加饱和电抗器的措施。最低电压宜以焙烧末期的槽电压约 2.5V~2.7V 为依据。此时槽电流已达额定，如果整流装置的直流电压仍高于焙烧末期所需电压，势必造成整流装置及电解槽过流，铝电解最低电压一般为系列电压的 10%。

重有色金属电解的起动电压是指开始送电时需要的电压，其中锌电解约为系列电压的 80%，铜电解约为系列电压的 50%；

3 目前可供选用的有载分接开关级数已达到 105 级，通常已能满足电压级差要求；

4 有时需要在调压变压器电源侧为额定电压的情况下进行整流器直流短路下的均流试验。为此，需确定试验时需要的最低直流空载电压。

直流短路时，输出电压为零，如略去整流元件的正向压降，则直流空载电压等于换相电抗直流电压降；

5 一般电解整流装置最高电压为系列电压的 115%；

6 考虑到由低压段向高压段倒段时，不至引起机组过负荷。

6.3.16 随着电解系列电流的不断增大，如国内铝电解槽已达 350kA，无疑要求整流机组的单机电流大。机组电流越大，磁场以及各部分阻抗的不对称对均流的影响越加严重，整流器钢铁外壳和附近铁构件涡流而发热严重。同时增加了电能损耗。

为了降低阻抗压降，提高功率因数，改善均流情况减少杂散损耗，大电流整流机组宜采用同相逆并联整流电路。

采用两个三相桥或两个双反星形带或不带平衡电抗器组成的同相逆并联系统，当正、逆两同名相间绝缘破坏时，元件反峰压将升至正常状态下的 2 倍或 1.5 倍，桥臂导电期间电流升至正常状态下的 4 倍或流过巨大的短路电流。所以对正、逆两同名相间在正常维护操作时容易产生金属性连接的地方，应适当加强绝缘或采取隔离措施等。

6.3.17 单机组形成等效 12 相，对减少交直流侧谐波电流、电压都有很大的好处。目前共轭式铁芯和两个铁芯结构的整流变压器都有采用，但由于共轭式铁芯迭装费工，制造难度较大，国内有的制造厂不愿生产，所以仍多采用两个铁芯。在同等容量条件下，采用共轭式铁芯比两个铁芯结构的整流变压器能够降低一定的费用，国外通常采用共轭式铁芯。

6.3.18 整流机组的整流效率，随着整流电压的升高而有所提高，有自动稳流系统的效率通常比无自动稳流低一些。

6.4 控制、保护与测量

6.4.1 为了操作、运行上的需要，电解厂的整流所均设有控制室，整流机组、电源进线、母联(分段)、所用电变压器及主要馈出线回路的断路器均集中在控制室作远方电动操作。大型铝电解厂的整流所，一般都与总降压变电所合建在一起。

6.4.2 整流机组、电源进线、母联(分段)、所用电变压器及主要馈出线回路的断路器均集中在控制室作远方电动操作。大型铝电解厂的整流所，一般都与总降压变电所合建在一起。因此，还应对 110kV~220kV 侧进线，母联(分段)断路器以及总降压变压器一、二次侧断路器进行操作。

6.4.3 控制方式包括主控室控制和就地手动控制，为了维护管理和操作的安全，就地、主控制室，两种控制级别应相互闭锁，同一时刻只允许一级控制。

6.4.4 对于计算机综合保护监控系统，当上位计算机及网络死机时，应能在间隔层对断路器进行一对一操作。

6.4.7 对手动操作的隔离开关和接地开关，在就地控制箱设电气闭锁，是十分必要的。

6.4.11 整流机组和其他电气设备一样，在运行中也会发生各种故障，主要为短路、过电压和辅助系统三类故障。其他尚有整流变压器内部和机组过负荷等非正常工作状态，都

必须装设相应的保护装置。在机组故障和不正常状态下，尽快将整流机组切断或发出信号。但整流机组的整流变压器二次侧多为大电流、多绕组，很难像一般电力变压器那样对其内部短路故障实现差动保护，因而靠瓦斯保护作为基本内部故障的保护。调压变压器的有载分接开关油箱单设瓦斯保护，有益于对有载开关的监护。

6.4.12 一个系列的整流所往往由几个机组组成。为了形成更多相的等效整流电路，一般有一半的变压器接成 Y/Y，另下半为 Y/D 或 D/Y。在中性点不接地的系统上，当 D/Y 或 D/D 接线的变压器二次侧发生两相短路时，反应在一次侧的各相电流是不同的，其中两相小，一相大。如果在一次侧仅装两相两继电器作保护，就有可能因灵敏性不够而不动作。尤其是用在带有调压变压器的，大型整流机组上。当整流机组运行于低电压时，其灵敏性就很难保证。所以本条文规定了大型整流机组采用三相三继电器接线方式。对中、小型不能满足保护回路阻抗不超过电流互感器 10%误差的情况下，也应采用三相三继电器接线，否则宜采用二相三继电器接线方式。对于大接地电流系统中各型变压器是必须用三相三继电器式的。为了整流变压器的互换性，不论整流变压器绕组接法同否，一般整流所采用的继电器接线方式都是一样的。

6.4.13 二极管整流机组输出电压的调整需配有载调压变压器。当机组降低电压运行时，若整流变压器二次侧发生短路，其短路电流将显著减少。装设于调变一次侧的过电流保护的灵敏度就可能不够而拒绝动作，因这一保护是按调变一次额定电流并躲开励磁涌流整定的。因此，必须在调变与整变之间设置另一过电流保护装置。

6.4.16 过去当风速降低到 3m/s 以下时，风速继电器动作断开机组断路器，根据各电解厂多年运行的经验，风速降低时只要发信号就可以了。因为硅整流柜不会因为风速降低或临时停风，硅元件就会立即损坏。根据运行经验在停电 1min 后，将负荷降到下列数值尚可继续运行，即整流器室温在 20℃ 以下时，为额定负荷的 40%，40℃ 以下时，为额定负荷的 30%；40℃ 以上时，为额定负荷的 20%。

6.4.17 风冷硅整流柜的风机电动机过去有采用磁力启动器作控制设备的。当所用电或系统电压瞬时降低时，磁力启动器迅速切断。当电压立即恢复时，它不能使风机电动机自启动，因而影响了电解生产，采用自动开关后可免除这一缺点。

6.4.21 测量表计的设置，一方面是根据国家有关规范监视电气设备的正常运行和经济核算，另一方面是根据实际需要装设。电解工艺指标中，电解的电流效率和每吨产品的直流单耗指标考核，其准确度直接依靠直流安培小时和直流电度的准确测量。稳流准确度、直流开路保护等均赖于直流电流和电压的测量。

6.5 母线、设备配置及接地

6.5.1 将原规定铝电解直流总汇流铝母线的电流密度由 $0.3\text{ A/mm}^2 \sim 0.5\text{ A/mm}^2$ 改为 $0.25\text{ A/mm}^2 \sim 0.35\text{ A/mm}^2$ ，是为了与铝电解工艺设计规范中的母线等效电流密度取得一致，并选用同一规格尺寸的铝母线。

6.5.3 母线的配置原则是便于维护、降低损耗、减少不平衡和防止短路事故等：

1 原规定母线应涂刷区别相序和相极性的防腐色漆，这样易理解为母线表面全部刷漆。目前实际作法是仅在母线的接线端头上标注区别相序和极性的色标漆；

2 本款在于使柜间电压相电流尽量达到平衡，以降低环流；

3 因整流器直流引出正、负母线受位置限制，有发生短路的可能，宜尽最加大间距或隔离措施；

4 防止混凝土支架电化腐蚀。

6.5.4 有关母线伸缩头的位置，都是以往设计沿用的数据，为便于安装、拆卸检修，防止振动、热胀冷缩拉坏变压器套管漏油等，需采用的必要措施。

6.5.5 直流汇流母线发生短路的机会非常少，即使有金属导体落在 200kA 及以上系列电流的正负母线上，流经此金属导体的短路电流为电解系列电流的分流电流，该导体也将很快被熔化或被电动力所抛掉。由于导体与母线间有接触电阻存在，此接触电阻也限制了短路电流。目前整流元件数量是按直流出口短路要求选择的。因此，在发生此类短路时，往往整流机组上的电流还没有来得及反应而此导体已被熔化或抛掉。

6.5.6 母线地沟易积水、积灰，难于清理，造成接地短路，还有安全和散热通风等问题，所以直流母线不宜配置在地沟内。

6.5.7~6.5.10 这几条是整流所的位置和配置原则，是从防火、防腐、通风、采光、减少占地、节省投资、减少有色金属消耗及节约电能等方面综合考虑的。

整流变压器大多为屋外布置，机组间设隔墙，一是为检修安全，当一台检修时不影响系列其他机组的安全运行；二是减小建筑面积；三是从防火、防爆上考虑。是结合有色冶金行业电解整流所的特点，根据国家现行标准《高压配电装置设计规范》的规定而设置的。

6.5.11 直流母线周围的磁场强度较大，直流电流中也含交流谐波，从控制室楼板下穿过会影响保护、计算机系统运行、控制继电器的安全运行和对通讯的干扰。

控制室是供变电及整流所的心脏，值班人员必须保持清醒的头脑，以便正确处理事故和运行操作。而整流器室噪音较大，不宜合建在一起。

6.5.12~6.5.15 这几条是针对电解用整流装置中有外壳整流器的安装和接地所采取的方法。

因为直流回路的漏泄电流较大，因此，对电解直流系统，应与一极接地系统等同对待，当一点对地绝缘破坏而未被发现，另一极接地短路，对人身安全和设备将造成巨大危害。由于系列电流太大，有反电势的电解槽直流侧的开关不能带负荷切断（目前尚无带负荷切断大电流的开关产品），由电解系列反电势向故障点供给的事故电流，很可以延续故障时间和扩大事故。在带电检修的情况下，若带电设备附近的金属外壳和结构采用低电阻直流接地，与经高电阻接地或与地绝缘相比较，对人身安全可能更加危险。

根据以上特点，整流器安装方式有三种：第一种是整流器与变压器分开配置时，采用绝缘法安装及绝缘监视，墙和地面作绝缘处理，发出接地信号；第二种是整流器外壳靠近变压器，与变压器分不开而共同接地时，采用绝缘安装及接地保护，交直流接地保护动作切断全系列机组电源侧断路器；第三种是整流器与变压器分开配置，采用绝缘法安装及接地保护，是前两种的综合方式，整流器周围的墙和地面可不作绝缘处理。根据国内外的运行经验，直流电压在 125V 及以下的整流器，放在干燥的水泥地面上，对柜壳不连接地线，基本上不会发生因导体接壳而烧硅整流柜的情况。

考虑到目前电解铝整流机组电压越来越高，无论哪种安装方式，带电检修均十分危险，所以在原规定基础上增加了整流器及整流柜周围设置主回路带电禁止入内的防护围栏的安装方式。

6.5.16 自撑式结构的整流器，因无外壳也就无所谓外壳接地，只用绝缘法安装，周围墙和地面均不作绝缘处理。安装简单，无外壳接地保护，是屋内整流器结构发展的方向，国内制造的自撑式整流器已投入运行。

6.6 交流所用电系统

6.6.1~6.6.2 整流所的所用电与电解负荷等级相同，没有所用电的正常供电就不可能保证整流机组的正常运行。

6.7 直流所用电系统

6.7.1~6.7.3 大型电解整流所（如铝电解整流所）机组数量多，一般与总降压变电所合建，控制保护系统复杂，对直流控制电源的可靠性要求很高。现有大型铝电解整流所都采用二组 220V 铅酸蓄电池组。

6.8 对相关专业的要求

6.8.1 整流器的冷却装置完全可随整流设备配套带来，所以冷却介质和运行环境等技术条件要符合制造厂要求。

6.8.2 无论风冷或水冷的整流器对运行环境都有一定的要求，以保证安全运行。当整流器室的温度高于 40℃ 时，风冷式整流元件损坏率较高，设计时应从通风上设法降低整流

器室的温度。

6.8.5 大、中型整流机组都采用大功率整流元件，其元件数少，对水质及冷却可靠性要求高。配套纯水冷却装置在运行中稳定输出定温、定压、定量的去离子水，以控制整流器工作于给定温度范围内，能有效地杜绝其冷却水管电腐蚀、结垢乃至堵塞等情况，从而给整流器长期安全运行提供可靠的保证。

6.8.7~6.8.8 整流所当采用水冷式整流器时，对水系统的重要性可靠性的要求，在某种意义上与所用电不相上下，曾发生过冷却水停水造成系列全停电事故，应引起注意。

6.8.10 因控制室是整流所的心脏，控制系统全集中在此，不允许停止运行，土建扩建施工时往往需要停电，所以按设计规划土建工程应一次建成。

6.8.15 为防止天棚吊顶上的物件掉入保护和控制屏引起事故。所以要采用封闭式结构。

7 车间电力设计基本规定

7.1 配电系统

7.1.4 将母线分段的目的是为了保证供电的可靠性。当一段母线故障时，重要负荷仍可通过另一段母线获得电源，或当某一段母线的供电电源停电时，仍可通过母线联络开关从另一段母线的供电电源得到供电。本规范所指的双电源或多电源进线包括从变压器低压侧来的总进线，也包括从上一级配电室引来的进线和其它车间引来的联络线。

7.1.5 在电源进线处和母线分段处装设开关，是为了满足母线保护、切换和断路器检修的需要。

在变压器一干线式的配电系统中，如果仅依靠变压器高压侧保护干线的短路或者接地故障，则高压开关跳闸后，由于保护区间长，寻找故障点困难。特别是对于变压器高压侧采用熔断器的情况，当干线末端发生单相接地故障时，因干线长、接地故障电流小，熔断器往往不能熔断而造成事故进一步扩大。因此变压器一干线式的干线首端应装设断路器。

断路器断开后仍可能带电的一侧，装设隔离器是为了断路器检修时有可见断点，以保证检修人员的安全。

7.1.6 一级负荷的用电设备，当设有互为备用的多台设备时，应将其分别接在不同的电源母线上，能在向工作设备供电的母线及线路发生故障时，及时投入备用设备。

一级负荷仅为单台设备时，在末级切换，可保证在向末级供电的母线或线路发生故障时通过末级切换使设备获得电源。本规范的末级是指在配电系统的末级配电屏或配电箱上，采用手动或者自动方式进行电路切换。

7.1.7 并行的工艺流程用电设备如由同一电源回路配电，则当此电源回路停止供电时，将使数条流水线停止工作。

同一工艺流程各用电设备如由不同的电源回路配电，则当任一电源母线或线路故障时，都将导致本生产线停产。

7.1.8 不同的配电方式有不同的特点，因此设计中应该根据使用中的不同情况选用不同的配电方式：

1 放射式配电，其接线简单，操作方便，配电可靠性高，适合重要负荷，大容量设备的配电。其缺点是一次性投入高；

2 干线式配电，包括变压器干线配电，其特点是结构简单，经济灵活，不一定要设专用的低压配电室，一次性投入较少，维护工作量不大。所以，对于车间环境正常，用电设备容量不大的情况，宜采用干线式。当要求供电可靠性较高时，则可采用双干线配电

方式；

3 链式配电是指只设一组总保护电器，且采用链状接线的几个用电设备的配电。不包括虽采用链状接线，但各有保护电器的用电设备的配电方式。链式配电用于相互距离较近，容量又很小的用电设备。但对于单相与三相设备同时存在的情况则不宜采用。对于技术操作用途不同的用电设备（如机床，卫生通风机等）同时存在的情况也不宜采用。对容量较小的便携式设备，可以在满负荷情况下经常合闸，这种插座的链接数量可以适当增加。

7.1.9 低压配电级数是指从车间变配电所开始，通过配电屏、箱向用电设备配电的层次数。如果配电级数过多，不仅管理不便，操作复杂，而且因电路上串联的元件多，元件故障或因操作错误产生的事故也随之增多。配电级数增多还会使上下级保护之间的配合造成困难。因此规定不应超过二级。

7.1.10 当用电单位内部设有多个车间变电所时，为了节电，保安，检修的需要，增设联络线是可行的。

7.1.11 检修用电设备或检修用接电点采用专用回路配电，是为了安全和适用。在生产设备运行时，检修电源可以停电而保证安全；当生产设备检修时，不致因生产设备停电而影响对检修点的供电。

7.1.12 一般工业性用电负荷都是平衡负荷，而且工业用电都有专业人员维护，完全满足 TN-C 系统的使用条件，TN-C 系统主要也是针对工厂一般环境供电设计的，采用 TN-C 系统可以节约大量配电的投资。

7.1.14 对于 D, yn11 接线组别的变压器，其显著优点之一就是变压器能承受较大的不平衡电流，这种不平衡负荷所引起的中性线电流可以达到低压侧的额定电流。由于这种接线组别的变压器负荷不对称度尚无统一的标准，本条规定为不超过变压器低压侧中性线所允许的电流。在变压器负荷不对称度标准制定之前，其允许值可以向变压器厂索取。如有特殊要求，还可以向变压器制造厂提出，变压器厂也能满足此要求。对于 Y, yn0 接线组别的变压器，根据变压器制造标准，其负荷不对称度不得超过变压器额定容量的 25%。

7.1.15 车间的用电负荷不可能一成不变，随着时间的推移，总会做局部调整。为此，从变压器容量开始一般都留有裕量。低压配电屏或配电箱备用回路数宜为总回路数的 20%。

7.2 配电设备

7.2.1 附录 F 列出有色金属冶炼厂所具有的正常，高温多尘，潮湿腐蚀，有害气体物体及爆炸危险等不同车间环境特征，作为车间电气设备选型及其他电气设计的依据。由于不同生产车间的产品，生产规模，装备水平等情况不同，各种环境条件的分类标准难以

统一，对于有严格要求的场所，可根据具体情况和要求，按现有国家有关标准分类。

7.2.3 低压配电屏的短时和峰值承载能力及分断能力，是表征配电屏结构，母线及其固定方式，进出线开关及电器的短路动稳定与热稳定的综合能力。低压配电屏的电气参数已将这种能力的指标列出，有的将这种能力分为三种类型，I 型为 15kA，II 型为 30kA，III 型为 50kA。设计时应根据配电屏所在的母线上的最大短路电流选择。

7.2.5 变压器低压侧总开关和母线分段开关按变压器额定输出电流选择，可使配电系统第一级配电装置的选择与变压器的输出能力相适应。本规范第三章规定变压器容量的选择应留有适当的裕量，这充分考虑了生产过程和投产后变压器负载有可能增加的各种因数，如果在变压器允许的范围内增加负载受到开关容量的限制或因此需要更换配电装置，必然会造成变压器容量或经济上的浪费。所以变压器低压侧总开关和母线分段开关不能按变压器计算电流来选择。预计变压器在近期内可能更换，还有必要考虑与更换后的变压器容量相匹配。

7.2.6 选用带延时的断路器后可实现选择性保护配合，提高供电的可靠性。

7.2.7 配电回路装设隔离电器是在电气设备及线路检修和试验时，保证人身安全，减小停电范围的重要措施。如果断路器与母线直接连接，则当任一回路检修试验时，母线需要停电，扩大了停电回路数使生产受到了影响，因此隔离电器一般都装在每一配电回路的断路器之前。

7.2.8 配电回路装设接触器或启动器是为了对负荷进行操作。要求接触器或与它在回路中所执行的最繁重任务相适应。接触器启动器的使用电气寿命取决于触头的寿命。影响触头寿命的主要因素是电压、电流的大小及通断次数的多少。对于频繁操作的机械设备，经常有非正常操作（点动）的情况，此时，触头断开电流接近电动机的起动电流，接触器或启动器的额定电流不能按电动机的额定电流选择，必须加大容量选用。

接触器或启动器，与所在回路的保护电器协调配合，各负其责。这是接触器和启动器制造标准所规定的要求，即在过载保护与短路保护两条时间—电流特性平均曲线交点所对应的电流以下，短路保护电器不应动作，而过载保护应动作，并通过接触器或启动器断开电路，且接触器或启动器在短路条件下不应对人或设备造成危害。

7.2.9 低压电器的额定电流值，是指工作温度范围内电器允许长期通过的电流。当多个电器集中安装在密闭的电器屏、箱内，特别是屏箱所处的环境温度比较高的场所，由于电器同时发热，屏、箱内温度升高，可能超过电器允许的工作温度，使电器使用寿命降低或不能正常工作。对于过载保护器件，还会在工作电流尚未达到整定值时就动作。因此本条对装设在密闭屏、箱内的电器选型作了规定。

7.2.12 由于硫化矿在冶炼过程中存在 SO_2 气体，为避免电气设备被腐蚀，电气设备宜室内安装，而安装室外的箱（盘、柜）应采取防腐措施。在室外安装的电气设备可设置“观察窗”观察设备运行状态。火法车间内有水冷却和水冲渣等设备，常拌有大量水蒸汽放散，故应采取防潮措施。使用在防腐、防潮环境内的电气设备或可能受强台风影响的地区环境内的电气设备的防护等级不宜低于 IP55。

7.2.13 为了避免遭受恶劣环境的影响，工艺设计有的已将空压机、风机及泵等设备配置在与恶劣环境完全隔开的独立房间内，这种情况下，房间内的电气设计按正常环境处理。

7.3 控制与保护

7.3.1 电动机启动时的电压下降要造成两个方面的影响：一是由于母线电压的降低，影响其它用电设备的正常工作；二是由于电动机端子电压降低电动机起动力矩降低。为此，本条对启动时母线电压水平和电动机端子电压分别作出了规定，两个条件同时都要满足。母线电压水平的限值系使用现行的国家现行标准《通用用电设备配电设计规范》GB50055 的数值。为了保证电动机启动时不防碍其它用电设备的正常工作，不必对电气设备的端子电压逐一进行计算，仅根据母线上所接负荷性质的不同对母线电压水平进行限制，这是工程上普遍采用的方法。

7.3.2 频敏变阻器可实现无级启动，具有接近于恒转矩启、制动特性且可限制启动电流。频敏变阻器为静止设备，具有维护方便，接线简单启动平滑等优点，特别是采用机电一体化结构后结构更为简单，运行更为可靠。所以绕线转子电动机在满足启动转矩的情况下，宜优先选用机电一体化频敏变阻器结构。

较大功率的绕线转子电动机采用水电阻启动，在有色金属冶炼厂使用有成功的经验，因此宜在设计中采用。

7.3.3 重载启动的电动机，其额定功率应按启动条件校验，这是因为重载启动过程中，对电动机的堵转力矩（亦称启动力矩）和最大力矩都有相应的要求：启动力矩应克服静阻力矩；最大力矩应满足过载要求。本条要求是为了保证电动机重载启动时，电动机绕组的温升不超过允许值，电动机的额定功率与重载启动条件相适应。

7.3.5 内反馈斩波调速是近年推出的一种调速方案，它的调速性能不及变频调速方案，但一次投资较少，在有色行业中渐有应用。

7.3.6 异步电动机变频调速在有色金属冶炼厂得到了广泛的应用，但在低速运行时，存在电动机发热，振动、噪声增加以及启动力矩不够的问题。本条从装置和电动机的选择两个方面作出了规定，以保证设备运行安全可靠。电动机在低频运行时，因定子绕组的电阻在阻抗中所占的比例增大，使最大力矩下降，为了进行补偿，可采用提高 V/f 比值

的方法。但是不适当地提高 V/f 比值又会增加励磁电流。此外，电动机在最大力矩下运行时，电流也必然会增大，电动机常利用低频下的最大启动力矩作为启动力矩启动，因此要求变频调速装置输出的过负荷能力满足低频运行要求。电动机在低速运行时，自冷效果变差，如果要求长期在低速运行，就必须降低转矩。通常采用变频调速专用电机，或采用功率较大的电动机。

在装置的应用方面，外部控制线采用屏蔽线的目的是防止干扰。主回路接触器主接点装设在变频调速装置的电源侧，是因为如果变频调速装置仅作为启动装置使用时，或因故退出工作时，便于对电动机电源进行倒换。此外，这种方法将接触器作为线路接触器使用，电动机的通断与正反向均通过变频调速装置进行，因此要求接触器在无负荷（停车）状态下通断，以便尽量减少操作过电压对变频器的冲击。

随着变频技术的发展，成套变频调速装置性能越来越好，功能也不断完善。因此，装置的选择和应用需要适应变频技术和应用的快速发展要求。

7.3.7 此条所指的大容量系指电动机功率在 280kW 以上的设备，当这类设备需要电气调速时，可供选择的方案有：高压变频调速、低压 380V 调速和低压 660V 变频调速。调速方案的取舍在很大程度上决定于一次投资和运行的经济性和维护的难易。近年在大型氧化铝厂的设计中，采用 660V 变频调速方案有成功范例。

7.3.10 由高压配电室直接配电的电动机，在高压开关柜上仅根据信号进行启动操作，对设备和人身来说都是很不安全的。因此，如果在高压配电室看不到所配电的电动机时，严禁在高压开关柜上装设电动机的启动控制开关，但应装设紧急停车、允许合闸，断路器合闸试验（与隔离开关断开有联锁）等控制开关。这是本条使用中应予充分注意的问题。

7.3.11 两地或多地控制的电动机，在机旁装设解除远方控制的安全开关，亦称为事故开关，其作用有两个，一个是在生产机械检修时，机旁有禁止远方控制的可见断点，保证检修人员的安全；二是在紧急情况下停止生产机械。例如在事故情况下迅速解除事故危险，在停止按钮失效的情况下作为停止电动机的后备措施。

7.3.12 对于皮带输送机、链板运输机等传送距离较远的机械，沿机械设置事故断电开关的目的，是为了在生产机械发生事故时能就近及时解除事故危险。因为在事故停车后，要求处理好事故方可开车，事故的断电开关应采用不能自复位的开关。拉绳断电开关可在沿机架的任一位置迅速停车，设计中可视需要在机架的一侧或两侧设置。

长皮带输送机拉断事故开关后，由于容性维持电流不能断开相应的回路，致使事故不能解除，故此规定此条。

长距离胶带输送机应设置完善的保护。

7.3.13 冶炼厂物料运输系统参与联锁的机械设备一般较多，近年来一般都是采用控制室集中联锁控制。可编程控制器（PLC）用于开关量为主的物料连续运输集中联锁控制比较适宜。

7.3.15 物料运输系统的联锁控制有多种启动和停车程序。启动方式有：分别启动，按工艺逆流启动或分段逆流启动等等。停车方式有：同时停车、部分延时停车，按给料方向顺序停车等等。在确定启动和停车程序时通常应考虑几个方面的因素，首先应满足生产工艺的要求，诸如物料流向，流程中是否有缓冲仓，缓冲仓的容量对运输系统连续性影响；其次应考虑电动机启动时的电压水平不应对其它电动机的启动和运行造成影响；此外，还应尽量缩短启动过程中电动机的空载运行时间以节约电能；最后，正常启动和停止过程不应有物料在设备上堵塞和堆积，事故情况下应防止物料在启动困难的机械（如碎矿机）上堵塞堆积等等。设计时应综合考虑各种因素的影响，选择合适的程序。

7.3.16 联锁线上，每台电动机旁装设事故断电开关的目的与本规范 7.3.10 条同。联锁线上装设手动、自动转换开关的目的是：在手动位置可对单台生产机械进行检修和调试，且当联锁装置故障时仍能在解除方式下继续生产；在自动位置可作为生产岗位的允许启动信号。

7.3.18 联锁系统设置信号装置的目的是为了进行工作联系，便于及时发现和处理故障，为安全生产创造条件。本条列出的各种信号，它具有不同的用途：

允许启动信号：保证只有在联锁线上的各岗位人员均发出允许启动信号后，集中操作人员才能开车，确保联锁线的安全生产。允许启动信号的方式可以根据需要设置，如每次启动都发允许启动信号，也可在不允许启动时才发不允许启动信号。

运行信号：监视机械运转情况，便于发现故障。

事故信号：便于寻找故障并及时处理故障。

启动预告信号：作为开车前的询问信号，以便使联锁线中各岗位人员做好设备检查及开车前的准备工作。

启动过程警告信号：作为联锁线正在开车的信号，以便提醒岗位人员注意安全。

7.3.19 可编程序控制器（PLC）是一种先进、成熟、适用的控制设备，具有多种逻辑运算功能，程序可根据要求及时修改，还可以通过接口模块组成 PLC 网络或参与计算机管理系统，在控制系统中已被广泛应用。

PLC 是一种工业控制机，在控制系统中接收外部接点和各类检测信号，并经过本身的逻辑运算，按预先编制的控制程序通过输出点对外部线圈或执行元件进行控制。为了充

分利用 PLC 的控制功能, 保证 PLC 可靠工作, 在做 PLC 控制系统设计时, 应根据控制系统的要求, 选择合适的机型, 并对 PLC 与外部器件的连接和程序结构进行统筹安排, 既使系统接线简单, 又使程序结构清晰。

PLC 产品使用说明一般都对本机型产品的接地措施、防止外部干扰、I/O 点的接点容量、输出点的保护等提出了要求, 本条对此分别作出了相应的规定。关于 I/O 点的备用数量, 没有必要也较难做出具体规定, 预留备用 I/O 点通常是考虑在调试或生产阶段有可能增加新的控制对象和便于对损坏的 I/O 点予以更换。

中间继电器是控制系统中的一个重要环节, 它的质量高低将直接影响系统稳定的正常工作。在以往所作的工程项目中, 由于劣质的中间继电器曾造成很多麻烦, 故提出应采用高质量的中间继电器。

7.3.20 冷却系统中装设温度检测仪表是为了监测冷却介质的温度, 并在温度越限时报警, 必要时还可以联锁停机。

7.3.21 有越限保护要求的往复机械, 不能用反向行程开关作越限保护, 因为一旦反向行程开关失灵则越限保护将失效。

7.3.23 对于集中联锁系统, 手动控制电源仍由电动机主回路引接, 自动控制电源则单独集中设置, 这有利于系统调试。因为在自动控制时, 电动机控制回路的接触器线圈是通过单独的控制电源工作的, 只要把电动机主回路电源断开。电动机就不会在联动调试时通电, 调试工作既安全又方便。

电动机控制回路若与主回路不同电源, 在主回路停电时, 控制回路仍可能带电, 此时若主回路恢复供电, 电动机会自启动而危及周围人员的安全。因此要装设主回路失压与控制回路的联锁。

电动机的控制回路接自 TN 系统电源, 其控制回路电压采用 220V 时, 启动线圈一端直接接至中性线, 可避免控制回路一点接地可能引起的启动线圈受电, 使电动机误动作, 也可避免正在运行的电动机不能停车。

对于单独控制的电动机, 当启动器和按钮组装在一起时, 其控制线路很短, 接地故障相对较少, 为避免采用 220V 电压而专门引出 N 线故规定此条。

7.3.25 要求配电线路上、下级保护器的动作具有选择性的目的, 是为了在配电线路发生故障时, 尽可能缩小事故面, 使停电范围限制在发生事故的局部区域。

7.3.26 本条对于短路保护电器在短路发生时的动、热稳定性作出了规定。对于持续时间不大于 5S 短路, 校验稳定的公式是:

$$S \geq \frac{I}{K} \sqrt{t}$$
 此式既考虑了短路电流 I , 又考虑了短路持续时间 t , 还考虑了导线的

截面 S 和导线的各种物理特性及短路时的始、终温度 K 。对于持续时间不大于 $0.1s$ 的短路，导体的热稳定检验，还要考虑短路电流非周期分量的影响。

7.3.27 本条对过载保护电器在线路过载时的动作要求作出了规定。只有同时满足熔体电流或整定电流不大于线路的允许载流量和保证电器可靠动作的电流不大于线路允许载流量的 1.45 倍时，才能满足线路过载保护的要求。当采用符合 JB1284-85 标准的断路器，且断路器的整定电流不大于导体的允许载流量时，则可满足“保护电器可靠动作的电流不大于线路允许载流量 1.45 倍的要求。”

7.3.28 接地故障是指相对地或与地有联系的正常不带电的金属体之间的短路。由于故障回路的阻抗分散性很大，对于 TN 系统，故障电流以金属体为故障电流回路的情况，故障点阻抗可以忽略不计，故障电流较大；而 TT 系统以大地和难于估算的故障点阻抗作为故障电流回路，故障电流可能很小。因此，不能把接地故障作为相间短路故障处理。

根据熔断器制造标准，为保证保护电器在规定的时间内自动切断故障回路电流，故障回路电流与熔体额定电流 I_n 的最小比值通常可参考下表。

表 7.3.28 故障回路电流 I_d 与熔体额定电流 I_n 比值 I_d/I_n

熔体额定电流 I_n (A)	4~10	12~63	80~200	250~500
切断故障回路时间 ≤ 5 秒时的 I_d/I_n	4.5	5	6	7
熔体额定电流 I_n (A)	4~10	16~32	40~63	80~200
切断故障回路时间 ≤ 0.4 秒时的 I_d/I_n	8	9	10	11

本规范规定的接地故障保护防止人身电击的安全电压为 $50V$ ，切断故障回路的时间要求系引用国家标准的规定。当配电装置同时有本条二款所规定的两种切断时限要求的线路引出时，配电装置应作等电位连接。且配电装置与总等电位连接回路之间的一段 PE 线的阻抗不应大于 $50/U_o \cdot Z_s$ ， U_o 为相电压 (V)， Z_s 为故障回路阻抗 (Ω)，否则自配电装置引出的线路，其切断故障回路时间均不应大于 0.4 秒。

对于 TT 系统和 IT 系统的接地故障保护，应照国家现行标准《低压配电设计规范》GB50054 的规定执行。

7.3.30~7.3.35 电动机的短路，接地故障，过载、缺相和低电压保护，是根据国家现行标准《通用用电设备配电设计规范》GB50055 的有关条文制订的。

7.4 配电线路

7.4.1 干线电缆自穿刺连接器至用电保护设备电缆或分支电缆自分支线至用电保护设备电缆一般不超过 3 米。当超过 3 米时，应对离短路或接地点最近的上一级保护电器动作进行校验，并满足其他条件。

7.4.4 车间环境特征及配电线路的多少是选择配线方式的重要考虑因数。正常环境且配

电线路少，采用穿钢管暗设有利于施工和维护，配电线路电缆较多且集中，采用桥架敷设则使车间线路显得整洁美观。金属管在潮湿环境埋地敷设，会受到不同程序的腐蚀，在有酸、碱的环境、腐蚀速度就更快。因此，车间内有腐蚀性介质，严重积尘、积水、或有高温介质复盖及漫流的场所，宜采用桥架或臂式支架明设，使电缆不被积水或漫流物浸蚀。厚壁硬质塑料管有较强的耐酸、耐碱性能，防潮性能也较好。所以车间用电设备数量不多，离配电点较近的潮湿、有酸碱腐蚀的场所，可采用硬质塑料管。不过硬质塑料管材质较脆，机械强度相对较低易受机械损伤，高温易变形，故使用的硬质塑料管质量要符合标准，施工时要防止浇铸混凝土地面时被震碎或压碎，电缆桥架的防腐蚀处理有镀锌，喷涂防腐漆，粉末静电喷涂，玻璃钢桥架等形式，使用时要根据不同的腐蚀介质，不同的腐蚀环境采用相应的形式。

7.4.9 导线或电缆靠近高温区或沿发热炉体表面敷设，会使导线或电缆过热，加速绝缘老化甚至损坏，造成短路。当需要沿发热体表面敷设时，应用支架使其与发热体表面保持一定的距离。该距离与各地经验及发热体表面温度有关，故条文中不作明确规定。

7.4.10 电气管线与热水管、蒸汽管的最小允许距离或防护要求，是为了防止热力管道对电气管线的热效应和避免管道在施工和检修时对电气管线造成损坏。

7.4.12 受条件限制需要在这类隧道内敷设时，必须采取防爆、防火的措施。

7.4.15.1 在配电室、电气室等电气专用房间内可不受距地 2.2m 高度的限制。

7.5 电测量仪表

7.5.3 55kW 及以上的电动机和容易过负荷机械在机旁装设电流表，操作人员可通过电流指示监视生产机械的工作状态，并采取相应的措施，例如：沉降槽搅拌电动机的电流表可反映矿浆的浓度。当浓度过大时，可通知有关岗位进行处理。

7.6 电气照明

7.6.1 附录 G 所列冶炼厂各主要车间、工段和露天工作场所、道路等一般照明的照度标准，是参照国家现行标准《建筑照明设计标准》GB50034 修订而成的最低照明标准。有色金属冶炼厂照明设计的照度不应低于此标准。

7.6.2 在车间内有关场所装设应急照明，是为了在正常照明因故障熄灭后，确保生产继续进行和人员的安全。可视生产和安全的需要，分别装设供生产操作继续进行的备用照明，供确保处于危险之中的人员安全的安全照明和供确保人员安全疏散的疏散照明。

7.6.3 选择光源，不单是比较光源价格，更应进行全寿命期的综合经济比较，T₅、T₈ 型直管形荧光灯、金属卤化物灯、高压钠灯等应是首选光源。

7.6.4 根据不同场所的环境特征，选择相应的灯具，是保证灯具使用安全和延长灯具的

使用寿命的重要措施，既为车间正常生产创造必要条件，又减少了灯具的维护工作量。

7.6.5 对不同检修场地的检修电源电压作出规定和对检修照明采用安全隔离变压器进行电气隔离，都是为了保证人身安全的重要措施。正常环境的检修照明电压采用 36V，满足安全电压要求，且其照明灯具都是采用具有防止直接接触带电体防护措施的灯具；人体偶然触及 24V 及以下的带电部件时，通过人体的电流很小，可自主摆脱电源，因此都是安全的。在狭窄且操作者接触大块金属面的场所采用 12V，安全程度可进一步提高。

7.7 建构筑物防雷

7.7.1 企业自用的桶装汽油库和汽车加油站，一般贮存量不大，并在金属容器内存放，属于爆炸危险 2 区；汽油泵站亦只有不正常情况才会形成易燃性气体；桶装电石库只有当金属桶封盖不严，且周围空气湿度大时，才形成易燃气体，因此属于二类建筑物。

发生炉煤气站主厂房的贮煤仓，当为封闭建筑且有煤气漏入时，属于爆炸危险 2 区。煤气排送机间及煤气净化设备区，煤气管道的排水器室，均属于爆炸危险 2 区。因此，均应划为第二类防雷建筑物。

按照国家现行标准《建筑物防雷设计规范》GB50057 的规定，冶炼厂内，有爆炸危险的露天钢质封闭气罐，应列为第二类防雷建筑物。

7.7.2 潮湿腐蚀场所，其金属的腐蚀程度比正常环境下要快得多，本条规定是为了延长防雷装置的使用寿命，保证防雷保护安全可靠。

7.7.3 冶炼厂的主烟囱排放的烟气中含有腐蚀性气体，使安装在烟囱顶部的金属构件极易受到腐蚀。因为主烟囱一般比较高，防雷接闪器更换困难，所以制作材料应选用不锈钢，镍铬合金或镀钛铜材等耐腐蚀材料，增加抗腐能力延长使用寿命。

7.7.4 信息楼、调度楼及 DCS 系统中央控制室内，安装有大量的电子设备，其防雷设施应符合国家现行标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343 的有关规定，防止雷击电磁脉冲对电子设备造成损坏。

7.8 配电室与控制室

7.8.1 配电室尽量靠近负荷中心，是为了缩短车间配电线路的距离，以减少线路用量，节约建设投资，以及减少电力线路损失，降低运行费用。

配电室与控制室配置在环境比较好的地方是为了避免恶劣环境使室内电气设备严重损坏而影响变（配）电室及控制室内电气设备的安全运行。如某冶炼厂的车间配电室处在多尘环境中，因灰尘大，经常造成电器误动作，且维护工作量大。如某冶炼厂锌冶炼车间，配电室设在有腐蚀性介质环境中，造成电器严重腐蚀。如果由于条件限制，配电室只能设在多尘及有腐蚀性介质的恶劣环境中时，则应尽量不开设与上述环境直通的

门，否则应设门斗或其它密闭措施。如冶炼厂锌电解车间，整个车间环境都很恶劣，故配电室的门朝向马路，没有开设与车间直通的门；在同样环境的浸出车间配电室，则设门斗。对于环境条件要求较高的配电室，通常采用向室内通入干净空气，使室内处于正压。

7.8.4 条文中表 7.8.4 系引用国家现行标准，《10kV 及以下变电所设计规范》GB50053。

7.8.5 本条引用国家 标准《低压配电设计规范》GB50054。

8 重有色金属冶炼厂车间电力设计

8.1 一般规定

8.1.3 , 8.1.4 火法冶炼区域多为高温和多尘环境, 湿法冶炼区域和硫酸区域多为潮湿和腐蚀性环境。根据车间的环境特征, 应采用相应防护等级的电气设备和(或)采取相应措施。

8.1.5 由于原料车间、熔炼车间属于多尘环境, 且起重机使用频率高, 为提高其供电的安全和可靠性, 宜采用安全型滑触线供电。

8.1.6 由于金属卤化物灯具起动时间长, 不允许热起动; 因此应由不同母线段的两回线交叉供电, 当一回路停电时, 可以维持 50% 的均匀照度。采用带电感镇流器的气体放电光源, 具有频闪现象, 为了克服频闪现象, 宜将灯具分接在不同相序的线路上。

8.1.7 随着计算机技术的发展, PLC 和过程控制器的功能相互靠拢, 电气控制和工艺过程控制已完全可用同一套控制系统实现。因此传统意义上的 PLC 和过程控制器都可构成 DCS, 可以统称为计算机控制系统。计算机控制系统的选择, 应考虑经济适用的原则。

采用计算机控制系统, 操作站(上位机)显示器有工艺流程画面, 可不再设置模拟屏。

8.2 原料车间

8.2.2 大型冶炼厂的原料车间用电设备较多, 一般采用集中联锁控制。为了使生产流程中的各机械运行可靠和便于对起动设备和配电线路进行维护管理, 配电系统一般采用放射式。为了防尘, 宜将配电控制设备集中于低压配电室内。

小型冶炼厂的原料车间生产机械较少, 因此可以采用放射式或混合式的配电系统, 将配电设备安装在厂房内, 以减少配电支线的长度。

8.2.3 条文中所列的机械设备, 有的具有大的转动惯量, 有的可能要在事故情况下带负荷起动, 因此, 此类设备要求按重载起动考虑, 并设置过载型电流表。

8.2.4 交流变频调速技术先进成熟、适用范围广、便于操作、设定, 应优先采用, 其次为多速电动机调速、直流电动机调速。

8.2.5 干燥的、含硫量高的精矿, 易在电缆桥架内积尘; 并受桥架内温度的影响, 容易自燃; 需要采取防止干精矿聚积在桥架内的措施。如, 在皮带廊外部敷设或选用带盖板的托盘式桥架。某冶炼厂的皮带廊桥架内曾发生过自燃现象, 后将桥架改到皮带廊外。

8.3 焙烧与烧结车间

8.3.1 焙烧与烧结车间用电设备较多, 一般采用集中联锁控制。为了使生产流程中的各机

械运行可靠和便于对起动设备和配电线路进行维护管理，配电系统一般采用放射式。

8.3.3 本条规定是烧结机安全运行所应有的措施：

1 烧结机点火一般采用吸风点火方式，当给料停止时，若不停止点火风机，烧结机炉蓖无料层将被火焰加温，有烧坏的危险，因此烧结机及点火风机应在给料停止时联锁停车；

2 烧结机或单轴破碎机过力矩时，很有可能被烧结块或其他硬物卡住，如不停车处理，会造成设备损坏，因此应立即停车；

3 润滑系统短时间故障时，不会危机烧结机运行，因此只需要发出信号，不必停烧结机。

8.4 熔炼车间

8.4.1 随着科学技术的进步、环境保护和行业准入制度的严格要求，传统的冶炼工艺（如鼓风炉、反射炉）正在逐渐被先进的冶炼工艺所取代。常见的火法冶炼工艺(炉)见下表：

冶炼方法		炉型	已建成的冶炼厂	适用的金属
闪速熔炼	传统型	奥托昆普型	贵冶、金隆等	铜
	合成型	合成炉	金川	铜、镍
溶池熔炼	顶吹式	奥斯麦特炉	中条山、铜陵、云锡、金川等	铜、铅、镍、锡
		艾萨炉	曲靖、云冶	铅、铜、
		氧气顶吹自热炉 (北镍法)	金川	铜
		三菱炉	日本、韩国	连续炼铜法
	侧吹-回转式	诺兰达炉	大冶	铜
		特尼恩特转炉	智利	铜
		PS 转炉	铜陵、金川等	铜、铅、镍
		回转式阳极炉	金川等	铜
	侧吹-固定式	白银炉	白银	
	底吹-转动式	水口山法 氧气底吹炉	水口山，以及国内铅厂、 越南	铅、铜
		烟化炉	大部分铅冶炼厂	铅、

8.4.2 熔炼车间起重机是最重要的运输工具，一旦停电，生产将受到影响。若在起重机

吊运熔融熟料时发生停电，还有可能产生危险事故。因此，对熔炼车间起重机的滑触线，应保证供电的可靠性，一般由变电所不同母线段以两回电源线路供电。

8.4.3 车间内不宜采用电缆沟，是为了防止电缆沟盖板被砸坏或在事故时熔融金属液体流进电缆沟烧坏电缆，造成事故。

8.4.4 各种冶炼炉的热料进口、出料口、出渣口等特殊高温区域（ $>200^{\circ}\text{C}$ ），即使是地面以下，仍为高温场所。因此规定此区域不应敷设电气线路。若敷设电气线路，应采用耐高温电缆，并采取隔热防溅措施。

（I）顶吹炉

8.4.5 顶吹熔炼法的特点是拥有顶部喷枪，在熔池—炉料—气体之间造成强烈搅拌和混合，按喷枪是否浸没在熔渣层，而分为浸没式（如奥斯麦特炉、艾萨炉）和非浸没式（如自热炉、三菱炉）。

8.4.6 由于炉顶加料机的工作区域温度过高，电缆易烧坏，因此建议电缆分段选型设计。

（II）转炉

8.4.10 “转炉”是泛指，它包括所有可以倾动的炉子，如诺兰达炉、特尼恩特炉、PS转炉、回转式阳极炉、SKS法氧气底吹炉等。

8.4.11 本条规定是转炉安全运行所应有的措施：

1 当发生工作电动机故障、交流断电等严重故障时，事故倾炉电动机应自动起动，将风口转至金属溶液的上面；

2 在设置风包（可以为转炉提供一定时间的供风）的情况下，鼓风机停车时，只需要发出事故报警信号，不必立即进行事故转动。当转炉风压低或停风时，亦可自动起动事故倾炉电动机；

3 排风机、二氧化硫抽风机、烟气出口阀事故关闭等转炉排风装置故障时，转炉的烟气可以通过环保烟罩放空，不会影响转炉车间的环境；

4 防喘振措施；

5 转炉应设置连续位置检测和特征角度检测，转炉进行事故转动时，只需要将风口转至金属溶液的上面；

6 两台倾炉电动机之间设互锁，当一台工作时，另一台不得通电，是为了防止当电动机转向相反时，损坏电动机和设备。

8.4.13 在绕线型电动机的主回路中增设线路接触器，是为了在正反转接触器发生粘连现象时，可以用线路接触器切断电源线路，以免发生翻炉事故。

8.4.15 转炉与鼓风机、转炉与起重机的联系频繁，如果不设联系信号，可能因此造成事

故，必要时还可设直通电话。

(III) 矿热电炉

8.4.20 不同的金属由于工艺的不同要求，其开炉电压和工作电压不一。有些矿热电炉工作电压较高，而开炉时需要的烘炉电压又较低。高压采用星形-三角形倒换接线可将电压降低到 $1/\sqrt{3}$ ，一般可满足烘炉要求。但设计时应应对开炉电压进行校核，电压太高太低都不合适。电压高了烘炉时加入功率太大，不符合烘炉要求；电压低了烘炉时则不能点弧，对工作电压低的电炉更应予以注意。当不能满足要求时，应采取其他措施。

8.4.21 由于电炉变压器室通风条件差，因此要求采用强迫油循环系统冷却形式。

8.4.22 电炉操作开关应允许频繁连续接通和断开负荷电流，所以要选用具有频繁操作性能的断路器（如真空断路器、SF6 断路器等）。

矩形矿热电炉各个电极所处位置不同，负荷往往不完全一样，中间相负荷大，炉前（进料）和炉后（出渣）的两相负荷较小，不平衡负荷有时可达 10%~20%。因此当有几台电炉同时工作时，电炉的各电极变压器应根据负荷大小均匀接至电网各相，使各相负荷尽量平衡，以改善系统供电质量。

8.4.23 三相电炉具有不对称负荷特性，所以宜采用三相电流互感器。

8.4.24 本条规定是电炉变压器安全运行所应有的措施：

1 电炉变压器均应装设防止故障短路的电流速断保护。对于具有频繁操作性能的断路器，可以将短路故障保护直接装设在电炉变压器的高压侧，动作时切断操作断路器。这种方式在操作和维护方面都很方便。值得注意的是，当采用自耦调压器调压或第三绕组调压方式，电炉在低电压运行时，短路保护的灵敏度可能不够，因而需要采用两套保护。一套设在一次侧，另一套设在自耦调压器与电炉变压器之间或第三绕组上。具体做法见本规范第 6 章的有关规定和说明。

电炉变压器高压侧一般采用微机综合自动化保护装置；

2 应装设电炉变压器二次侧出口短路的带时限过电流保护，以及由于电炉配料时或炉料严重塌陷时，造成电极短路的带时限过负荷保护；

带时限过电流保护和过负荷保护一般装设在变压器低压侧的电流互感器回路中，动作于切断操作断路器。大型电炉当低压侧无电流互感器时，可装设在高压侧的电流互感器回路中，并经过当电炉变压器调压时相应改换变流比的回路。

过负荷保护一般采用反时限保护，其整定值与电极提升速度有关。

8.4.27 电炉装置设仪表是为了监视电炉的工作状况，以便及时对工艺过程进行调节，还便于进行经济核算。计量电耗的电表一般装设在电炉变压器高压侧，以便计及变压器和

一部分短网的损耗。电炉运行过程中经常有冲击电流，所以电流表应有过负荷量程。大型电炉变压器低压侧电流较大，故宜将电流互感器装设在高压侧。

8.4.29 大型矿热电炉的主要操作平台面积较大，炉前操作人员需要及时掌握冶炼情况，并根据炉况采取相应措施，因此应在平台墙上装设三相电流表。平台处装设事故断电开关，是便于加料系统出故障或电极焙烧质量不好掉在炉内时，操作人员可立即在平台上停电。

8.4.30 根据矿热电炉的工作特性和工艺操作的要求，一般通过电极升降或改变电炉变压器的二次电压来实现电炉变压器的电流或功率调节。

1 矿热炉的主要工作特点是电极埋在炉料内，所以一般来说炉内工作比较稳定，一般不会经常产生工作短路冲击电流。但在冶炼过程中炉况不断变化，电极仍需要进行升降调节。为提高调节效果及减轻操作人员劳动强度，规定电炉宜采用电极自动控制，但应注意自动控制应具有连续平稳的调节性能，以便与电炉的稳定工作状态相适应。小型电炉一般可采用手动操作方式；

2、3 电极升降装置通常有两种驱动方式，方式一：电动传动，方式二：液压传动。电动传动宜采用变频调速及变频专用电动机。液压传动一般有蓄能器，当交流失电时，可以使用 UPS 电源为液压阀提供电源，作为电极的紧急升降。

8.4.31 本条规定是电炉短网设计应考虑的措施：

1 电炉短网材料的选择应考虑电炉的工作制度。经常有工作短路的电炉装置，电流波动剧烈、频繁，短网应具有动稳定能力，因此短网材料应有足够的强度，一般采用铜导体。对于具有平稳负荷特性的矿热炉短网从机械应力方面考虑允许用铝母线，但变压器低压侧出线及引至电极的软线均是铜的，连接时应采用铜铝过渡接头。

3 缩短短网长度是为了降低短网的损耗。在配置条件允许的情况下，将电炉变压器紧靠电炉；同时，提高或降低变压器室的安装高度，缩短短网的垂直长度。

短网上的电压降主要是感性压降，感抗的大小与短网导体的排列和配置密切相关。因此在设计电炉的短网时，应注意通过导体的排列和配置减少短网的阻抗，并尽量使三相短网阻抗平衡，最有效的办法是短网导体采用单相往复交错排列或三相并行交错排列。对于三个电极的矩形矿热电炉，要达到三相短网阻抗平衡是十分不易做到的，设计时一定要进行阻抗计算，合理选择路径和位置。

4 因为电炉短网母线上流经大电流，应避免磁性材料引起涡流发热，所以电极短网母线间的垫块，宜采用绝缘浸渍的石棉水泥板或纤维压板；夹板及其固定件应采用非磁性材料。

6 依据《低压配电设计规范》GB50054 有关条款制定。

8.4.33 由于大型熔炼电炉存在无功（或有功）冲击、谐波、三相不平衡、电压闪变等影响电能质量的因素，因此应设置静止型动态无功补偿装置（SVC）。SVC 装置可以消除无功冲击，滤除高次谐波，平衡三相电网，提高功率因数。

8.5 浸出过滤与净液车间

8.5.2 浸出与净液车间，环境电气设备使用环境较差，为了避免遭受恶劣环境的影响，低压配电屏、起动器，保护和控制设备集中配置在与腐蚀性环境隔离的配电室内，设备配置在与恶劣环境完全隔开的独立房间内，这种情况下，房间内的电气设计按正常环境处理。

8.5.5 沉降速度大的浓密机的主传动装置，由于停电等原因，易发生压耙事故，再启动时，易使耙折断，故在主传动装置设置过负荷信号和事故音响信号；并使提升装置在断电停机时能将耙提出液面。

8.5.7 脱铜电解的铜电解液若含砷很高，会产生严重影响操作环境和人身健康的 H_3As 和 H_2 ，因此脱铜槽电解整流装置应与脱铜槽的排气风机联锁起动和运行。

8.5.9 配电线路采用桥架或支架明设主要是为了防止腐蚀性液体漫流浸泡，对线路造成腐蚀。局部穿管应采取防腐措施，包括采用强度符合要求的塑料管和钢管刷防腐涂料等方式。

8.5.10 浸出与净液车间属腐蚀场所，其腐蚀程度与生产产品有关，锌、镍、钴车间较重。处于腐蚀性较重的场所中的起重机，或腐蚀性较轻场所中不经常开动的起重机。其滑触线易于受到腐蚀，将导致开车时接触不良，无法工作，故作本条规定。

8.6 电解车间

8.6.2 本条规定是直流母线敷设设计时应考虑的措施：

3 直流母线进出线相距很近，可能因操作不慎引起正负母线短接，造成母线短路事故。如湖南某厂铝电解车间，曾因直流进出母线相距很近，生产工人起槽时误操作，将正负母线短路，造成母线短路事故，将熔断器全部熔断，且烧坏了两个硅整流元件。因此要求正负直流母线相互间的距离应尽量加大，避免短路。

4 当电压高于 120V 时，直流母线的对地高度不应小于 2.2m 的规定，是沿用原规定的数值，长期运行情况表明，采用这数值未出现过安全事故，故继续使用。加栅栏后对地高度不应小于 1.9m 的规定是参照《10kV 及以下变电所设计规范》GB50053 的有关要求制定的。

8.6.3 本条规定是为了保证接触面积，减小接触电阻，使接头不致于过热。

8.6.5 锌电解车间若供给电解槽的直流电源中断，阴极返熔产生氢气，可能引起爆炸。为了避免返熔引起爆炸，除了保证直流电源的可靠性外，还需要从起重机电源上采取措施。滑触线用两回电源线路供电，主要是为了提高供电可靠性，当一回路停电时，还有一回路作备用电源。直流电源中断时，起重机从任一电源得电，可将电解槽中的阴极板吊出，使阴极板不致继续返熔产生氢气，因此可避免事故的发生及使产品受到损失。

8.6.6 本条所列的几个车间腐蚀性较重，角钢滑触线易腐蚀生锈，接触不好，故不宜采用。某冶炼厂锌电解车间滑触线，原采用圆形铜电车滑触线，悬挂式安装，因车间太长(180m)，悬挂弛度大，运行中经常出现断线事故，现已改为双沟形铜电车线，固定式敷设，运行情况较好。某冶炼厂铜、锌电解车间较长，也是采用铜电车滑触线，固定敷设。故作出本条规定。

8.7 对相关专业的要求

8.7.1 本条规定是工艺专业在设计中要考虑的内容。

7 由于起重机工作时工人接触吊钩，有可能同时接触电解槽壳，如果起重机不绝缘会将大地电位导入电解槽操作区，对工人很不安全，因此厂电解车间的起重机都应根据不同的直流母线电压采取相应的对地绝缘措施。如株冶、金川镍电解的起重机在吊钩、大车、小车三处均设有绝缘，沈冶则是在吊钩处用橡皮带加以绝缘，甘肃某厂铜电解的电压为 180V，有三台起重机，一台是在设备到货后在吊钩上加了绝缘，另外两台是在起重机工作时在吊钩上做临时绝缘处理。

8.7.2 本条规定是土建专业在设计中要考虑的内容。

2 电炉变压器室与熔炼厂房隔开，是为了避免熔炼车间的有害气体和烟尘侵入。

5 由于电炉变压器二次侧电流高达数万安培，周围存在较强的磁场，计算机控制系统工作不正常或发生事故，因此邻近电炉的控制室应整体设计金属屏蔽网。

7 电解槽槽壳带有与该处直流母线相同的电位，操作人员在操作过程中，有可能碰壳并与地构成电气通路而造成触电事故。所以电解槽应对地绝缘。电解槽的绝缘水平要求与直流母线电压有关，因为绝缘水平决定了直流系统的漏电电流，电压越高漏电电流就可能越大，直流回路的损失就越大，使整流效率降低，不适当地提高绝缘水平又使投资增加。因此，电解槽应根据不同的直流母线电压采取不同的对地绝缘措施。如湖南某厂锌电解的电压为 825V，甘肃某厂镍电解的电压为 400V，均采用户外支柱绝缘子绝缘。辽宁某厂锌电解的电压为 385V，铜电解的电压为 245V，电解槽均采用瓷砖绝缘。江西某厂的钴、铜电解的电压只有 20 余伏，就未采取特别的绝缘措施。

9 氧化铝厂车间电力设计

9.1 一般规定

9.1.1 氧化铝生产的流程长，连续性强；中间缓冲能力有限，停电将引起管道堵塞、沉槽、冒槽、回转窑变形等事故。冒槽污染环境，人工清理沉槽费工费时而不能尽快恢复生产，某个环节停电影响产能。为提高供电可靠性，所以主要生产车间应由两个电源供电，设两台变压器。每台变压器应能满足全部负荷的用电需要。上一版是每台变压器应能满足全部负荷的 80% 以上的用电需要，本次修改为全部负荷的用电需要。在调研中反映，因工艺改造、提产用电负荷增加较快，以至更换较大容量变压器；另外，当一台变压器停止运行时，不致影响正常生产。负荷较小的生产车间可设一台变压器，但应有低压联络线从附近车间变电所取得备用电源，联络线的截面按允许载流量能保证生产来确定。

9.1.2 一是便于集中监测，尽快恢复供电；二是车间变压器容量选择较大，可选限流量断路器限制短路电流；三是与备用电源自投相适应。

9.1.3 氧化铝厂采用末级切换的用电设备主要是沉降槽、分解槽和晶种槽。若停止搅拌 15 分钟物料沉降难于清理，生产被严重破坏；在调研的三个氧化铝厂中均采用了末级切换，比之备用电源自动投入装置在安全可靠效果上大有提高。其中有两个厂接有第三电源；国外为印度设计的氧化铝厂均配备第三电源。所以在国内为印度及国内某新建厂设计中均设有柴油发电机等应急保安措施。

9.1.4 氧化铝厂低压负荷比较集中，由于环境关系又多采用放射式配电，配电级数增多，势必造成低电压、长距离输送较大负荷，为减少电能损失，提高供电可靠性，缩小影响面，低压配电应不超过两级。

9.1.5 为工艺改造及设备变动考虑；为发展留余地，用以替换损坏回路，尽快恢复供电；或者采用备用回路少留，而备用的安装位置多留。

9.1.6 生产运行维护要求，100A 为接电焊机考虑。

9.1.7~8 根据实际运行经验总结采用独立式变配电所不失为保护电气设备，提高安全供电可靠性的方法；

提高配电室地坪为防止碱液流入室中，因碱液侵蚀，随着地坪处理次数的增加，地坪垫得越来越高，以致发展到超出配电室和控制室，使其处于低矮潮湿情况下，不能保证电气设备和线路的安全运行。

为防止碱液或碱蒸汽喷射进配电室和控制室，故不宜设直接通向车间的开启门窗。

9.1.9 本条规定了根据环境特征选择电气设备防护等级的一般原则、措施。

9.1.10 本条主要从氧化铝生产环境出发推荐采用变频调速。目前，新建和改扩建厂都采

用。变频调速从电机本身来讲结构简单；接线方便，节能，防护等级满足要求。660V 电压的大容量变频调速电机适合氧化铝生产使用的容量，其配套及备品备件容易配备，价格适中，运行安全可靠，可配抑制谐波的电抗器或滤波器。

9.1.11 机械软启动联轴器在山东、贵州等氧化铝厂技改中使用的取得较好的效果，其价格低、免维护，安装使用方便，结构简单，使用寿命 8 年以上的新技术产品而推荐。

9.1.12 本条规定是充分利用计算机通讯功能，避免大批量、长距离敷设控制电缆；简化二次接线，提高运行可靠性及可维护性、减少事故隐患。

本条在于去掉老式模拟屏，减少占地面积，充分发挥计算机技术功能，扩大监控内容并提高监测可靠性，改善监控环境。

9.1.13 本条规定是使电气设备及 IT 智能装置有较好的环境并提高运行的安全性。

9.1.14 本条为生产，检修安全经验总结的规定；控制电源留主回路分支供电，可避免主回路断电而控制回路带电，利于安全查找事故和检修。

9.1.15 现场指示仪表处为现场巡视观察点，仅一般照明不便查看指示数据，所以规定设局部照明；手动操作阀门一般为现场处理事故用，为操作方便，准确和安全而设事故照明；现场发现某些楼梯走廊没有设照明装置在此强调。

9.6.16 本条规定相对于 n 型配置而言，通风条件好，便于事故疏散。

9.2 原料车间

9.2.2 料浆仓的泵房设在仓底，贮仓冒槽时碱液、料浆可能沿槽壁溢流到泵房。为防止对配电设备及线路的损坏低压配电室最好是在泵房附近独立设置。

9.2.3 碱粉仓属三级负荷，一回路供电即可满足要求。

9.2.4 采用 PLC 为通常方式，仪表料位由 PLC 监测是电气和仪表间完整协调；混取料机设视、音通讯实现远方监视和警告非生产人员远离现场以防不测，混取料机行走时有较大的震动，选用角钢滑触线供电比绝缘安全滑触线更适应震动而避免掉电。

9.2.5 均化库胶带输送机上的移动卸料小车采用绝缘安全滑触线供电其起动控制设备，位置开关，控制线路等全部在车下固定敷设，是对卷缆方式配电的改进，提高了供电可靠性，减少了运行维护工作量，简化了控制接线，取代了易磨损折断，价格昂贵的多芯数橡套电缆。

9.2.6 本条推荐改进翻车机的控制，减少固定与翻动间的电力和控制电缆，充分发挥 PLC 与远程 I/O 的通讯功能，简化供电及控制结构。

9.2.7~8 本条推荐一套石灰炉生产系统采用 PLC 集中控制，视屏观察，隔离多粉尘高温的生产现场，改善控制操作技术条件和环境。

石灰炉的上料卷扬机属于反复的短时工作频繁起动机械选用重型起动变频电机较合适，在授料停车，起动加速上料、卸料前减速，卸料终点停车、料斗返回等改变运行方式、速度用接近开关反馈信号均取得较好结果。

9.3 烧结与焙烧车间

9.3.2 回转窑是一个整体，电动机接在车间同一母线段上便于协调工作。

9.3.3 烧结窑的调速范围要求在 1:3 以上，在挂窑皮和工作不正常熟料烧结不充分时要求低速运行。至于鼓风机、排风机，饲料泵和煤粉饲料机调速是使一个烧结系统找到最佳协调的生产运行状态。

9.3.4 烧成窑辅助传动电力的作用，是在热窑的情况下，主传动电动机停止运行时要求它起动，慢速转动回转窑，以免窑体变形，所以应接在不同的母线上并设电气连锁。

主传动电机安装在窑体中部侧旁，在夏天时，该处的温度通常在 50℃ 以上，而一般制造厂规定电机的运行介质温度为 40℃ 一下，所以本条规定主要防辐射的隔热措施。

9.3.5 回转窑的控制通常是观察燃烧状况，依此调节燃料和物料的给料量去调节回转窑速度，采用工业电视观察可改善劳动环境，降低劳动强度，促进技术进步，已有成功经验，收到较好的经济、社会效益。

9.3.6 点燃装置与排风机的连锁至关重要，否则会酿成炉子爆炸。

9.3.7 风机容量大，风管不易密闭而漏风严重、关风门起动不起作用，促使风机满载起动。

9.4 高压溶出与熟料溶出车间

9.4.2 高压溶出电气控制，一是由仪表的 DCS 控制系统集中控制，二是现场就地控制，电气向仪表传送监控信号，推荐采用数字通讯方式。

9.4.3 大型沉降槽的抓机由 4 个电机传动，在槽顶设置有配套起动控制箱，为提高供电可靠性，要求双电源双回路供电。

9.4.4 高压溶出和脱硅的进料活塞泵，为调节进料量，需 1:1.5~1:2 的调速范围，采用中等容量的变频调速是适宜的。

9.4.5 为提高劳动生产率，加强监视控制水平，调研结果新增条文。

9.4.7 叶滤电动机只在装卸车时操作，操作人员一边操作，一边观察，在恰当的位置停下。点动脚踏开关和控制按钮均有使用，其选择以机械设备不同和观察方法而定。按钮是拿在操作员手中操作，都不是固定安装而拖有控制电缆，为了安全应在机旁设置紧急开关。

9.5 分解过滤与蒸发车间

9.5.2 碳酸分解槽在分解过程中，因突然停电而停止搅拌会发生沉淀，因加强了监控水

平，删掉原规范的备自投，避免事故扩大，监测发现搅拌电动机受阻停转时可及时通知值班人员处理。

9.5.3~5 种子分解槽多达 30 个以上，新建与老厂改造，均由计算机集控站监测而进行电源切换，提高了运行安全性。

10 铝电解车间电力设计

10.1 电解车间

10.1.1 大、中型铝电解车间具有起重机、真空泵和阳极提升等一级负荷，应从变电所不同的低压母线保证其可靠供电。工程中大、中型铝电解车间一般都设有两个变电所，每个车间变电所设两台变压器，并由两个高压电源供电。

10.1.2 电解槽直流系列正常工作为连续生产，正常有准备停电允许 2h, 但是为了保证直流停电后能够对电解槽进行必要的维护，辅助系统的交流电不能停，因此电解车间辅助供电在车间变电所内宜设置带自启动的柴油发电机作应急保安电源。

10.1.4 电解槽槽壳带有与该处直流母线相同的电位，槽壳对地电压的高低，随其在串联电解槽中所处的位置及电解槽的自然零点位置而异。如果自然零点在系列电解槽的中部，则第一个电解槽与最后一个电解槽对地电压各为直流电压的 $1/2$ ，其他的电解槽对地电压依次按槽电压降低。极端情况为直流一级接地（对地电压为零），另一极的第一个电解槽对地则为全直流电压。操作工人如一手触及带电槽壳，就有发生触电事故的危险。所以电解厂房地坪应绝缘且操作地坪上 4m 高以内不能出现大地电位。

车间变压器不论采用 D, yn11 接线或 Y, yn0 接线，均为中性点接地系统如因绝缘损坏，电解槽槽壳与 220V/380V 系统有了电的联系，则等于该槽有了大地电位，其他电解槽上电气设备对地电压将增高，而且容易损坏，当操作人员一手触及槽壳，另一手接地，槽上的电动机等绝缘破坏，并与电解槽有电的联系时，将使电力变压器绕组与地之间形成直流通路，也有烧毁变压器的可能。所以每台电解槽需单独设置或多台电解槽共同设置隔离变压器。

每个电解槽槽电压一般为 4.2V 左右，如果通过交流网络使不同电位的电解槽发生电的连接，则电解槽与电解槽间将发生直流短路（也可能发生交流短路）。在多台电解槽共用一台隔离变压器时，只有当两个电解槽上的电动机的绝缘都破坏，同时接通交流电显示目录时才会发生上述短路情况。装设绝缘监视装置后，当一个电解槽上的电动机绝缘损坏时就发出信号，以便能及时处理。

电解槽上电动机的控制、保护设备配置在槽控箱内，槽控箱为对地绝缘安装，由对地绝缘安装的隔离变压器供电。当隔离变压器二次侧线路碰壳时，不致将大地电位引起至电解槽上的电动机。

烤槽器为电解槽修时加热，由多个加热元件组成，其总体接线零散而不规范，相邻电解槽仍在运行生产，经隔离变压器供电，一旦绝缘破坏时，可防止交直流互窜造成设备和人身事故。检修电源也有防止交直流互窜的要求，其电源点就是烤槽器的电源点。

因烤槽和检修不会同时使用，为使供电系统简单，而由同一电源同一线路供电。

10.1.6 引至铝电解槽的线路有：阳极提升电动机的动力线、槽电压和加料箱位等参数的信号线及控制线。槽上部配线应防辐射热，避免导线绝缘过早老化；槽下部配线应采取措施，避免漏槽铝水烧坏。

10.1.7 槽控箱是电解槽的控制中心，通常每个电解槽配置一个，单元性较强，每个槽控箱需要三个控制电源：一个为阳极提升机构控制电源；一个为槽控机微机逻辑控制电源；另一个为控制电源。所有为槽控箱供电的电源均经 380V/220V 隔离变压器供电。

10.1.10 起重机工作时，工人接触吊钩同时又接触电解槽壳的机会很多，而吊车的桥架及轨道均接地。如果不将吊钩绝缘，则会将大地电位导入电解槽操作区，操作工人很不安全。铝电解厂房环境差、多尘，有沥青烟气和腐蚀性气体，采用三级绝缘为的是提高可靠性。

10.1.12 超浓相输送系统的各子系统有互为备用的两台或以上风机，为提高供电可靠性而由变电所的不同母线段供电。子系统分散控制，全系统集中管理、间断运行，可减少能耗，降低电源容量。因输送距离长，子系统分散，就近车间变电所供电，可减少线损和压降。信号线、动力线和控制线共桥架敷设时，为防止电磁干扰造成误动作，故建议选用屏蔽线。

10.1.14 规定本条的目的，是为了防止由于直流漏电的环流，对建筑物钢筋和金属构件，特别是对潮湿的柱子基础部分钢筋产生电化腐蚀而危及厂房安全。

本条所说的防电化腐蚀接地的作用，就是将电解直流系列中的漏电流从一处经接地网导流到另一处又回到直流系列中，避免漏电流在建筑物钢筋和金属构件中环流使其受到电化腐蚀，其做法一般有以下两种：

- 1 用扁钢将电解槽的基础钢筋焊接串联并形成闭合回路；

- 2 将每台电解槽的基础钢筋一根引出厂外，每 5 槽的引出钢筋并联成一组后接至闭环接地网上串联开关的一端，如图 10.1.14 所示。

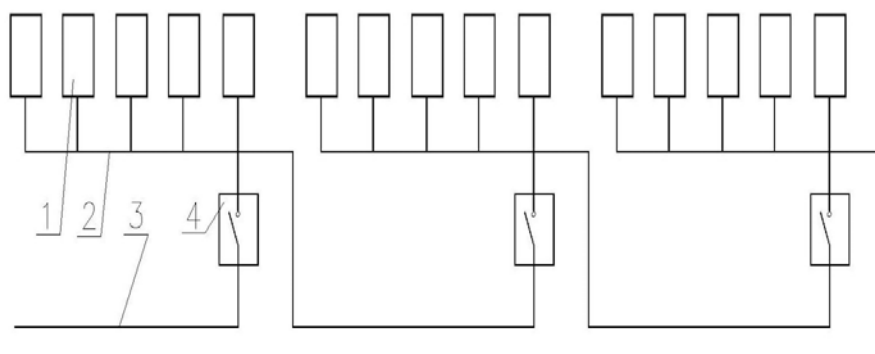


图10.1.14 放电化腐蚀接地网示意图

1—电解槽基础 2—并联钢筋 3—闭合接地网 4—串联开关

设计时须注意以下三点：

- 1) 串联开关选用单极 100A，作为测试接地网各段通、断状况的断接点；
- 2) 应与防雷接地网分开，且相距 1m 以上；
- 3) 5 槽并联钢筋与闭合网亦应有 1m 以上空间距离。

10.2 铝锭铸造车间

10.2.1~10.2.2 电加热混合炉的用电量所占的比例大，保温时间长，突然停电影响质量和浪费电能，起重机要完成吊铝水抬包和扒渣作业，停电时间长抬包铝水会凝固。一般情况下，大型车间由两台变压器、两个电源供电；中型车间设一台变压器，由低压联络母线取得备用电源。

10.2.3 圆杆连铸连轧机属于大型设备，电气配套设备较多，控制较复杂，主传动电机容量较大，还带有乳化液站，为了提高控制的可靠性采用 PLC 控制。配电控制柜集中放置在单独的小室内。

10.2.4 连续铝锭铸造机的传动电机容量较小，配套电气设备不多，体积也不大，一般都将配电控制柜安装在机旁。

11 镁、钛与工业硅厂车间电力设计

11.1 一般规定

11.1.1~11.1.2 主要生产车间的一级和二级负荷约占 95%以上，所以应设两台变压器，两个电源供电。变压器按 100%备用从经济上讲与按 70%备用费用增加不多，却增加了可靠性。

11.1.3

2 隔离变压器室夏季温度较高，所以需设强制排风设施。

11.1.6 镁电解车间湿度大，腐蚀性强，电器设备应采用防腐型。

11.1.7 配料车间为多尘场所，为提高控制可靠性和改善劳动条件，故规定采用 PLC 集中联锁控制。工业硅配料中的木炭是由皮带输送机传送的，工人须将没烧透的木头挑除，在胶带输送机的两侧装设拉绳断电开关，是为了工人操作不慎绞进胶带时可以自救。

11.1.8~11.1.9 根据《有色冶金工厂安全技术规程》制定的，其理由如下：

1 镁电解车间照明设 380V/220V 专用变压器，是因为低压配电采用 IT 系统；

2 条文中所指各部分一旦停电需进行诸如手动关闭氯气阀门等应急工作，否则氯气会大量逸漏；

3 经隔离变压器供电是为了防止将零电位引入直流供电系统，而造成接地事故。

11.1.10 对电加热元件用交流接触器分段投切方式，虽能满足工艺生产控制温度的要求，但接触器数量多、体积大，安装占地面积大；动作频繁，即使加大接触器容量，其使用时间短而易损坏，电能损失大，响应速度慢。为克服以上欠缺建议采用无触点开关，与 PLC 配合使用，可提高其监控水平，实现蒸馏还原炉基础自动和集散型控制管理。

11.1.11 蒸馏还原炉过液管狭窄，加热元件易烧断和接地。为提高生产的安全可靠性，经隔离变压器供电，在加热元件一相接地时可继续生产，直到反应完成，否则产品凝固，设备受损，还会逸漏氯气污染环境。

11.1.12 蒸馏还原炉生产在密闭电加热罐中进行，炉内工况全靠仪表检测，所以仪表对控制电源可靠性要求很高。

11.1.13 镁氯化部、镁电解部、钛氯化部、钛精制部均为较严重的氯气腐蚀场所。一般桥式起重机是采用塑料拖动器在工字钢上带动软电缆供电；电动葫芦是镍铬线挂镍铬环带动软电缆供电。

11.1.15 钛氯化、钛精制车间内，氯气对电气设备腐蚀较严重，车间变电所离开一段距离对减轻腐蚀，提高供电可靠性有利。例如，某钛厂的氯化、精制车间变电所建在环境较好，隔一段距离的冷冻站处，取得了较好效果。

11.2 氯化竖式炉、钛熔矿炉与纯硅炉

11.2.1~11.2.2 竖式氯化炉由上、下两个加热反应区组成，因上、下炉区的负荷不一致，所以过负荷保护应分别装设，但电炉变压器规格应相同，以便于订货和维护检修。正因为上下炉区负荷不一致，且波动，才各带有载分接开关调压，使电炉变压器不过负荷，保证电炉能正常生产。

11.2.3 竖式氯化炉操作层分三层，厂房三楼比一、二楼腐蚀更严重，所以车间内的母线，无论是铝或铜都要求涂防腐漆保护。

11.2.7 因钛熔矿炉生产周期短，炉况又是不断变化的，一炉的冶炼周期是从矿热炉开始，至电弧炉结束，中间还有一个由矿热炉冶炼转入电弧炉冶炼的过渡阶段。所以，限流电抗器可不设旁路短接开关。

11.2.8 钛熔矿炉和纯硅炉的电极调节频繁，所以一般都设有电极自动调整装置。

11.2.10 电炉变压器设在操作层，可减少短网长度，降低损耗。增加并联电容器补偿装置可以提高功率因数，减少能量损失。

12 炭素车间电力设计

12.1 一般规定

12.1.2 煅烧、配料筛分、焙烧、阳极组装等为炭素厂主要生产车间大部分用电设备为二级负荷，且生产连续性较强，所以设两台变压器两回路供电。其它车间多为三级负荷可用一台变压器供电，但对其中的二级负荷，应有低压联络线作备用电源。

12.1.3~5 主要生产车间的负荷比较集中，生产环境多为导电粉尘或高温和导电粉尘，车间变电所选用户内式组合电器或箱式变电站都是合适的。电机电器防护等级应适当环境现行消防要求。

12.1.6 为提高监控与管理水平，大、中型厂的设计均以 PLC 实现了基础自动化，多台 PLC 联网设上位机监控，并取得了明显的经济效益和社会效益。

12.1.7 阳极组装生产线的各加工站，均采 PLC 实现了基础自动化，而由 PLC 控制的悬链运输机将加工件送往各加工站，多台 PLC 联网设上位机监控均已实现。依需要设视屏监视一改过去集控制设观察窗的落后局面。

12.1.8 主要生产车间多导电粉尘和沥青烟气、敞开式桥架因碳粉尘堆集引起着火烧坏电缆。沥青烟气附着在电缆表层不便检修，封闭桥架的防护等的提高，便于封堵避免电缆延燃和烟冲效应。

12.1.9 热煤锅炉一般烧重油或煤气，引风机与点装置与灭火保护间的联锁，可避免燃烧室内集聚过多可燃物而引起爆炸。

12.2 电煅烧炉

12.2.1 目前电熔烧炉均采用直流供电，但要解决好直流电压和电流与炉子容量的匹配问题。正常生产时不调压，只根据电炉负荷闭环调节出料转盘转速。而电炉电极的焙烧则需通过改变电压来调整功率。变流装置正、负极与电炉导电电极接反会使电煅炉产生不稳定而波动，是实践经验的总结。

12.2.2 电煅烧炉每周两次检查电极长度等均要停电，推荐无油化，提高可靠性而采用电动操作的真空断路器。

12.2.3 为保证电煅烧炉负极的焙烧质量而采取的必要条件。

12.2.4 避免变流装置的端子由于热胀冷缩额外受力；调节安装误差使导体接触良好，降低接触电阻，减少发热。

12.2.5 根据国家经济现状和节能而规定的电流密度，电煅炉电流在 30kA 以下，选用多片铝母线散热好，在引进交流电煅烧炉时，其电流密度为 $0.75\text{A}/\text{mm}^2$ 。

12.2.6 供电装置室紧邻电煅烧炉厂房，可以缩短短网母线。

12.2.7 电煅烧炉生产环境为高温有导电粉尘，电气装置室应采取有效隔离措施，包括无门、窗相通和穿墙封堵，穿墙洞中心对地高度应大于 3m 便于隔墙与电炉间的通行。

12.2.13 电煅烧炉的负荷电流和出料转盘的旋转速度与质量的稳定密切相关。变频调速易于设定调节，适应与炭尘高温生产环境而推荐。

12.2.14 电煅烧炉的冷却水系统属一级负荷，停电停水，水套烧漏会引起爆炸。

12.3 石墨化炉

12.3.1 石墨化生产工艺要求按送电功率曲线升温，一般人工调节是每小时一次，自动调整是 15s 扫描 1 次，发现超差即进行调整。正因为调整频繁，分接开关油箱内的绝缘油易被碳化。为保证绝缘油的耐压水平和延长开关检修周期，宜设自动滤油装置。

12.3.2 原规范电压级差为 4.5V，现规范增加 15V 相控电压，所以级差升至 5.5V；15V 相控电压是为减少有载分接开关动作次数和满足前期恒功率送电的工艺要求，保证产品质量，节约能源。

12.3.3 石墨化炉每生产一炉产品，一般需投切切断断路器 2 次~4 次。所以要求断路器能频繁操作。因集中遥控，故需电动操作。

12.3.4 本条是根据双断点桥式隔离器与刀片插入式隔离器之优劣比较更适合石墨化炉生产特点而推荐。

12.3.5 根据石墨化炉为大电流、低电压等供电特点，本条做了四项规定。

- 1、采用 12 脉波变流装置为减少低次数高幅值谐波。
- 2、大电流采用同相运并联接线，已得到普遍使用。
- 3、主要指整流器出线部分注意防止发生正负母线短路。

4、母线隧道中，从石墨化炉底渗透进去的煤气浓度较大，检修人员有中毒危险，考虑母线散热要求，通风应良好。

12.3.7 石墨化车间属多导电粉尘，且高温、潮湿、水蒸汽多等较恶劣环境。为缩短短网母线考虑，整流装置室一般紧靠其车间配置。加强防护，隔离措施以保证电气设备正常运行。

12.3.8 由移动变流台车供电的串极石墨化炉，本条作如下规定：

- 1、一般不设炉前断路器，而设有明显断开点的安全检修隔离开关。
- 2、根据生产环境而适当提高防护等级。
- 3、为配合炉头开关的开、合要求。
- 4、为适应集控监测，减少控制电缆要求。
- 5、台车行走应断开高压电源。

12.3.9~10 目前石墨化炉已可实现按功率曲线自动送电，为减少运行值班人员，提高劳动生产率推荐多组石墨化炉集中在一个控制室。

12.3.11 石墨化负荷电流不是固定的，目前最大电流占整个通电周期的 7%~17%，故仅按长期允许载流量选择母线即可。

12.3.12 电流密度按 $0.6\text{A}/\text{mm}^2$ 选择为便于设计操作，但须经发热允许载流量校验。炉头及炉尾电极引出线用铜母线，是因为膨胀系数小，与石墨电极接触面电流密度要求较铝母线高。由于电极要通水冷却，炉头、炉尾电极处较渐湿，所以要求采用过度接头。

13 氟化盐厂车间电力设计

13.0.1 氟化盐厂的主要产品生产车间系指直接生产氟化盐产品的车间。氟化盐厂生产连续性强，供电突然中断，将造成生产管理堵塞、沉槽、反应窑变形，恶化劳动条件，致使生产停顿后难以恢复生产。如果停电时间长，沉槽后需要工人下到槽内把物料挖出，槽内劳动条件非常恶劣，酸碱溶液及其气体严重损坏工人健康。另外，因反应窑引风机停电，造成窑内氟化氢气体外冒；因吸收塔供水中断，造成氟化氢气体不能吸收而外冒，都将对人和附近农作物造成危害。此外，因空压机停电，造成萤石粉输送管道堵塞，因石膏浆泵停电，造成石膏泥浆输送管道堵塞，都将因管道清理时间长而影响生产。所以，要求供电要可靠，应有两个电源供电。

由于厂区有腐蚀性气体和粉尘，采用屋内式变电所可以减少对电气设备的危害。为了避免酸、碱溶液侵蚀变电所内的设备，变电所不应设置在酸、碱溶液管网及溶液槽的楼下，避免楼板因腐蚀而漏液。此外，这些管网也不应通过变压器室百叶窗的上方，以免管网漏液溅射到电气设备上造成损坏。

13.0.2 工艺操作要求根据反应窑的反应及燃烧情况来调节给料量和窑的转速，集中在窑前操作比较方便。

13.0.3 排风机停电后，反应窑的氟化氢气体外冒会污染环境；氟化铝合成槽、氢氧化铝的溶解槽和石膏中和槽停电后沉淀快，沉槽后恢复生产困难。可通过自动切换使排风机获得另一电源，以满足生产连续运行的要求和防止污染。

13.0.4~13.0.5 本两条是根据氟化盐工艺生产要求而制订。

14 稀有金属冶炼厂车间电力设计

14.0.2 因稀有金属生产车间粉尘和腐蚀性气体、液体较多，车间变配电所的位置选择应首先考虑环境条件——防腐、防尘，在环境条件许可的情况下，尽量靠近负荷中心。

14.0.3 由于稀有金属冶炼厂一些产品的种类在生产过程中产生可燃、可爆气体或在萃取过程中采用磺化煤油产生可燃气体。停电后这些可燃、可爆气体将继续产生。因此应满足主要通风设备的正常运行。

14.0.4 由于腐蚀性气体、液体较多，地下情况较为复杂，采用电缆沟的方法是不可取的。而采用沿电缆桥架明设，对维护管理、防止机械、化学损伤及提高线路运行的可靠性都是有益的。

14.0.5 腐蚀性物质较严重，一般金属桥梁、钢管在很短的时间内将被完全腐蚀掉。因此电缆桥架应选用防腐型。并不应该设置在有腐蚀性物质滴、漏的下方。

14.0.6 稀有金属湿法冶炼车间，按工段设单元控制室对维护管理都很方便，并有一定的防护作用。

14.0.7 目前类似的生产厂这样布置的较多。

14.0.8 接地系统直接关系到保护系统的可靠性和人身安全，对有腐蚀的场所尤其重要，要重视接地体连接的可靠性，防腐蚀和便于监测。

14.0.9 为提高高温区域内用电设备配电电缆的耐久性应选择高温电缆。普通聚氯乙烯电缆，允许的芯线最高温度为 70°C 与电缆外皮的温差梯度为 $(10^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C})$ ，故此当电缆位于 60°C 及以上的高温环境时，它不能正常工作。

14.0.10 铍及其化合物的粉尘、烟雾、蒸汽能引起人体心肌、肝、肺、肾、脾、胸膜及皮肤等很多器官的急性或慢性中毒。考虑便于生产监视和操作，又能安全防护而采取的措施。

14.0.11 一般电弧炉电炉变压器二次侧为低电压、大电流，为保证各个熔炼阶段对电功率的不同要求，一般采用电炉变压器绕组分接头的切换和电极的升降来达到。

14.0.12 电弧炉生产期间烟气量较大、含尘浓度高。应注意由于电弧炉引起电网电压波动和闪变造成白炽灯光亮变化，使人感到不舒服，应选用对电压波动不太敏感的照明光源。

14.0.13 为使萃取生产作业达到最佳状态，萃取槽的搅拌器要进行无级调速。

14.0.14 不仅锆和稀土的煅烧设备采用 PLC 来进行监控，现大部分稀有金属冶炼厂均采用 PLC 来实现自动化过程控制。

14.0.15 使用金属钠作为还原剂，通过真空高温热处理制取铅粉，一旦钠还原炉冷却断水

时，应自动切断钠还原炉电源，避免其过热而烧损。

14.0.16 湿法冶炼车间设备故障率高，在现场配备一定数量的检修电源十分必要。

14.0.17 稀有金属冶炼一般需要掺合易燃、易爆有机溶剂和在正常生产中产生易燃、易爆气体、粉尘。应根据其等级按国家标准、设计规范执行。

15 硬质合金厂车间电力设计

15.0.1 湿磨、制粒工段大量使用酒精、丙酮；还原车间利用氢气防氧化和将氧化物还原成需要的金属或金属氧化物；制粉、成型车间在生产过程中产生大量粉尘；烧结车间大量使用氢气，对压胚进行高温氢气保护烧结且为高温场所。

15.0.2 硬质合金厂的各车间生产独立性强，相互为不连续的生产系统，车间内的用电设备停电不停水的情况下一般不会造成人员伤亡。对于还原炉、烧结炉等设备，停电不停水时炉内温度不会突然下降，只要停电时间不长，一般不会造成炉体损坏或炉内产品报废。但如果突然长时间停电，炉内产品将报废，损失仍然是很大的。对于钼丝炉而言，突然长时间停电还可能造成钼丝骤然变冷而损坏。大、中型硬质合金厂的主要生产车间炉用设备较多。因此车间变电所应设两台或以上变压器，当小型厂设一台变压器时应与其它车间变电所之间设联络线，通过联络线使有关炉子继续维持一段生产时间，直到将炉内物料处理完毕，或完成必要的停炉操作。

15.0.3 还原及烧结车间内的大型用电设备还原炉及烧结炉，均由设置在单独配电间内的专用装置向其配电，而一些小单体设备自身带有电控装置，机旁操作。配电线路首先选用沿电缆桥梁敷设，若条件不允许时可采用穿钢管或沿电缆沟敷设，采用电缆沟敷设时，电缆沟应尽量避免设在运送产品的主通道上。

15.0.4 按不同产品的生产工艺要求，还原炉、烧结炉一般均设有若干个温度带，物料在炉体不同的温度带依次通过，并按一定的温度曲线完成还原或烧结过程。因此，各温度带应分别配电，以便于对各带的温度进行调节。各温度带负荷大多为单相 380V 或 220V，因此应考虑三相负荷平衡的问题。

15.0.5 还原炉，烧结炉配电装置较多，一般现场无空余位置供安装。另现场还原和养护还需要氢气、为防止氢气泄露造成事故。一般配电装置均集中设置在控制室内。

15.0.6 还原炉和烧结炉的各带温度值是根据不同生产产品和工艺要求所决定的。生产过程中，各带温度受到物料输送过程及带与带之间温度的相互影响，需要及时调节和控制。还原炉和烧结炉都是电阻加热炉，温度的调节应优先采用晶闸管调功器控制，因为在调功器控制过程中，没有高次谐波产生，功率因数高。但对于加热元件为钼丝的炉子，由于钼丝的电阻温度系数很大，通常在低温时阻值很小。为了防止钼丝炉在开炉时因电阻值小而造成短路，开炉阶段应降低供电电压，以限制电流。随着炉温的升高，钼丝材料的电阻值增大，供电电压亦可随之提高。因此，对于以钼丝材料作为加热元件的炉子，不宜采用调功方式，应采用晶闸管调压器。为了防止高次谐波的影响，调压器的选择应

避免晶闸管在正常温度范围内深控。

15.0.7 由于炉子的温控是通过改变调功器通—断周期实现的，当调功数量多或容量大时，供电的母线电压会超出允许的波动范围，对照明及一些对电压波动敏感的电气正常工作不利。

15.0.8 现厂房多为轻钢结构，屋顶不能如混凝土结构可安装自流冷却水箱，若冷却水断流将造成价格昂贵的炉体烧毁。

15.0.9 垂熔炉工作电压一般为几伏至几十伏、电流为数千安至数万安，如果不将垂熔变压器安装在垂熔炉旁则造成线损太大、浪费能源。

15.0.10 冷、热等静压机工作压力一般都在 100MPa~2000MPa 之间，工作时严禁包括操作人员等入内，以免设备爆裂造成人身伤害。观察窗口玻璃抗冲击强度应根据压机工作压力确定。

15.0.11 采用 PLC 或可编程序的逻辑模块控制多管还原炉的推舟机及炉门，技术成熟、已广泛运用。

15.0.12 防止在通风机故障停止运行后，信号系统未能正确反映实际情况，使现场工作人员在不知晓的情况下造成身体伤害。

15.0.13 压制、配料、喷雾等岗位，现场含有大量导电合金粉末。

15.0.14 由于中频发电机组与静止变频器相比，具有噪音大、振动大、用料多、体积笨重以及电效率低等缺点。随着电子技术的不断提高、发展已能完全取代中频发电机组。

15.0.15 由于高次谐波的影响，相对应的配电线路将发热。为此适当增加配电线路截面。

15.2.17 由于现在厂房多为轻钢结构，为保护屋顶通风器排气口，不可能如混凝土结构一样安装避雷针。非正常泄露的氢气大部分随安装在墙面的强排风机排出室外，仅剩很少部分由屋顶自然通风器排出。根据近年来各硬质合金厂的经验，自然通风器的金属外壳与屋面避雷带相连接是可行的。

15.0.18 通过了解、回访。此类厂房或钢结构屋面与钢结构大梁之间剩余氢气可自然迅速经自然通风器排出。根据近年来各硬质合金厂都是这样做的经验，可按常规车间配电。

16 半导体材料厂车间电力设计

16.0.2 因通电时间短,其他用电设备尚未投入运行,此时电源的负荷率很低,完全可满足这些短时用电的负荷,所以不必再计算这类负荷的用电及无功功率补偿。

16.0.3 三氯氢硅合成炉的工频感应线圈有三种计算方法,即变压器法,贝塞函数法和实验曲线法。本规范推荐采用实验曲线法,该法是在某种特定条件下,用实际的感应加热器做实验得出的曲线,并以此作为计算的基础。该法计算简洁,误差允许,便于应用。

16.0.4 过去这类电控设计,电力和仪表专业由于配合不当,常常出现各搞一套的不协调局面,为改变这种状况,使电控系统的设计更加合理,更有利于监控和管理,避免不协调现象继续发生,特制定此条。

在控制室内设有微正压通风,是为防止 SiHCl_3 (或 SiCl_4) 气体对电控设备的腐蚀,但吸风口应设在户外或经简易过滤装置,保证控制室内空气纯净。

16.0.5 多晶硅的电气室是一个专用的电气室,为了方便维护管理,减少占地面积,并经多年实践证明,高、低压设备同室布置完全可行,本规范加以推荐。如电气设备为油浸式冷却方式,按防火要求,两设备之间应设防火隔墙并设排油设施。

16.0.6 为减少电能损耗,便于维护管理,多晶硅氢还原炉电气室通常与多晶硅氢还原炉室上下毗连。为了防止三氯氢硅气体和氢气渗入电气室,所以在两室之间严禁开设门窗及其他孔洞,电源线的穿越处应做严密封堵。为安全起见,与电气室无关的管道,不应通过电气室,否则应采取隔离设施。

16.0.7 当还原炉高压启动和还原生产时,还原炉内常有异常现象发生,需常去电气室观察电气设备运行情况,因此在还原炉控一制室和电气室之间设一个便于联系的通道十分必要。

16.0.9 变压器中性线过热是各半导体材料厂一致反映的问题,采取了加大中性线截面的措施,效果较好。D, yn11 型变压器比 Y, yn0 型变压器对于限制三次谐波,降低零序阻抗,提高单相短路电流和保护装置的灵敏度,具有明显的优越性。

16.0.10 在单晶炉和区熔炉附近设开关箱,有利于单晶炉、区熔炉的断电检修和调试,确保安全。

16.0.11 单晶炉、区熔炉及物测室的测试仪器对电压稳定度要求较高,电压波动直接影响单晶体的形成和测试精度,因此对这些设备最好由单独的变压器供电。

16.0.12 装设电源滤波装置是为了抑制区熔炉高频装置 $2\text{MC} \sim 4\text{MC}$ 高频电源沿供电线路进行传导干扰。滤波器的安装位置主要考虑线路简洁,就地抑制,所以一般是安装在屏蔽

室外墙电源进线处。滤波器的接地可借助屏蔽室的高频接地，用镀锌铜板制作接地装置是根据北京劳防所提供的实践资料并征求上海电科所的意见确定的，生产厂反映效果良好。高频接地的接地线长度应避开 $\lambda/4$ 及 $\lambda/4$ 的奇数倍，是为了减少接地线可能出现的干扰，当接地线长度为高频设备工作波长的 $1/4$ 或 $3/4$ 工作波长的奇数倍时，其阻抗为无穷大，此时它相当于一根天线，可接收或辐射干扰信号，故应避开采用这个长度，设计中接地线做得越短越好。

16.0.13 本条规定是为了防止电源滤波器未加屏蔽的配电线路，经高频耦合越过滤器对电源进行干扰。

16.0.14 区熔炉的槽路接地是高频装置要求的。每台设备单独，设接地装置是为了防止相互干扰。

16.0.15 本条规定是为了使设备冷却水断水能及时发现并加以保护，防止断水运行烧坏设备。

16.0.16 物测室装设电源滤波器是为了由电源线传入高频干扰信号，做成一点接地的目的是防止不同的地电位经屏蔽网进行干扰。

16.0.17 防止经、电力、照明线路及荧光灯的镇流器向室内进行干扰。

16.0.18 这样做是为了减少泄漏以提高屏蔽室的屏蔽效能。

17 公用设施电力设计

17.1 空气压缩机站

17.1.1 大中型冶炼厂供给主要生产用气的压缩空气，与主生产线运行关系密切，大中型冶炼厂的空气压缩机站因停电而引起停气时，造成的损失很大。因此要保证空气压缩机站供电电源的可靠性。对大中型有色金属企业中不属于主要生产系统以及小型企业的空气压缩机站，停电时造成的损失较小，对小型企业，一般取得两个电源较为困难，故可以一回路供电。

17.1.4 高速涡轮空气压缩机的油泵是用于空压机起动前和停止后一段时间内润滑和冷却轴承用的。由于空压机转速高，如果在此期间油泵停运，就会烧坏空压机的轴瓦，所以这种油泵的供电可靠性应予保证。

17.1.6 空压机运转时，震动对电气设备的影响除了地面传递的震动外，还有空压机吸气的脉动气浪引起的震动。最常采用的一种防震措施是将变（配）电所的墙基础与空压机基础分开，以减少地面传递的震动。此外还可改造空压机的空气过滤器吸风口，或将空气过滤器升高到屋面以上，以减少气浪和噪音的影响。在空压机的吸风管、排风管和穿墙洞之间衬减震垫层，以减少吸风管、排风管经由墙体传递的震动。空压机房的噪声一般也很大，故在防震的基础上，同时考虑降低控制室的噪音。

17.2 水泵站

17.2.1 对有色金属冶炼厂，冶炼高温炉循环冷却水泵和余热利用锅炉特别重要一级负荷的水泵突然停电引起的停水将会使冶炼炉和锅炉严重损坏，修复时间很长，造成长时间停产。属特别重要一级负荷，故应设置与正常电源独立的应急电源或柴油驱动的水泵备用机组。

无高位调节水池而直接供给重要生产用水的水泵机组（如供给大型高温炉的循环水、高速鼓风机循环用水、或者矿热电炉的导出铜管和电极夹持器的冷却水套循环冷却水），突然停电都将引起停水并造成重大事故。因此要考虑电动机的自动起动或备用机组的自动投入。

17.2.3 主要考虑当一段母线停电或检修时，不致引起同一用途互为备用的水泵均无法运行。

17.2.4 高低压开关柜集中布置在专用房间内，可防止水泵、水管、闸门损坏时，水喷到电气设备上面可能引起的事故。因此当配电屏或电控设备安装在泵房内时，应采取防滴、防溅措施。安装基础高于泵房地面 200mm，是为了防止地面水侵蚀。

17.2.5 水泵设备单机控制时，操作过程比较简单，但大型水泵站，如水管系统闸阀采用电动操作则较复杂，采用计算机控制可以改善工人的操作条件。为了安全和检修，在各机组旁设事故开关和检修试机按钮。

17.2.7 目前，6kV、10kV 电机变频器虽然节能，但价格不低，体积也较大，与液力耦合器还存有比较余地，根据倡导节能要求，用“宜”较合适；但对 660V 及以下电动机用变频器无论在节能、价格、控制性能、可靠性、体积、标准化等各方面较其他调速方式均占有优势，故对 660V 及以下电压需调速的电动机应采用变频调速。

17.2.9 深井泵站群或串联供水的多级泵站，每一泵站的供水量相对地说比较小，但泵站数量多，通常要有一个统一地调度系统以决定各泵站的开停时间。因此，宜由一个调度站集中遥控、遥信、遥测。

17.3 发生炉煤气站

17.3.1 本条爆炸和火灾危险等级的划分，系引用国家现行标准《发生炉煤气站设计规范》GB50195 的规定。

17.3.5 开炉采用煤气、事故状态时靠煤气保温、以及利用煤气进行火法冶炼的用户，突然停电引起停气，将造成停产、减产、产品质量降低、设备损坏、原料结死及检修困难等损失，因此要保证煤气站的供电可靠性。

17.3.6 煤气站多尘、有些场所具有爆炸危险，所以其保护、启动设备有条件时宜安装在配电室内。安装在无爆炸危险环境中的控制设备，则要求采用防尘式，以减少因积尘而引起误动作。

17.3.7 电滤器的特点是工作过程中经常有火花产生，为爆炸提供了必要的火源条件。煤气站如采用电滤器净化煤气，一旦电滤器内的煤气和渗入的空气混合达到爆炸极限，就有可能发生爆炸事故。因此，必须确保电滤器为正压操作。当电滤器出口的煤气压力低于规定值时，空气可能进入电滤器内，为避免发生爆炸事故，应断开相应整流机组的电源，同时用声光信号通知值班人员。

17.3.8 煤气排送机与空气鼓风机之间联锁，是为了避免炉内形成负压，混入空气以致造成爆炸事故。

17.3.12 煤气站对照明可靠性要求较高，不能因照明电源停电引起误操作，而使炉内形成负压，以致引起爆炸事故。所以条文中所列的场所应装设供继续工作用的备用照明（即应急照明），并按照应急照明对供电电源的要求采用两回线路供电，且两回线路取自不同的母线段。

17.4 氢气站

17.4.1 氢气站的电气设计参见国标《氢气站设计规范》GB50177 中相关规定。

17.5 氧气站

17.5.2 当制氧主电机功率很大，为此需增加投资很多时，也可仅按主电机所在母线单回电源线路的容量满足全部负荷用电设计，或由上级配电系统直接向制氧主电机专线供电。

17.5.3 还应符合主电动机允许起动时间限制的要求。起动方式的选择应经技术经济比较确定。若为异步电动机时，宜考虑在高压配电室内设置电容器无功补偿装置，电容器无功补偿装置投切应与主电动机运行状态相关联，并应采取防止并联谐振的措施。

17.6 实验室和化验室

17.6.1 实验室、化验室一般设备数量多，容量且不大，但配置多变，设备的数量容量经常随工艺的变更而改变，因此配电方式宜采用干线式，并应沿干线配备足够数量和容量的接电点，以适应设备配置和数量、容量改变的需要。

17.6.2 实验室、化验室每一房间的工作几乎都是独立进行的，相互间的牵连较小，可以单独送电或停电，故应在每一房间装设总进线开关，由于用电设备的单相负荷数量多，所以负荷分配时要尽量使三相平衡。

17.6.3 实验室、化验室多为移动设备，操作人员经常接触设备外壳，因此配电系统的接地形式要采用与中性线分开的专用接地保护线。为进一步保护操作人员的人身安全，同时设置更为安全的等电位连接装置。

17.6.4 实验室、化验室多为移动设备，操作人员经常接触设备外壳，一般使用带保护接地插孔的插座，但为了方便使用具有标准两眼插头的安全设备，避免新购入的设备都要换插头，也可配备少量两孔插座。

17.6.5 因为电动机是感性负载，切断电源时会产生较大的电弧伤人，所以一般不能用插座作电动机的操作电器，而只能作为隔离电器。一般情况下，电阻炉热态电阻不大于冷态电阻的 1.3 倍，即电阻炉刚接通时的冲击电流不会大于额定电流的 1.3 倍，也没有类似电动机起动时的冲击电流，所以本条规定 1kW 以下的电阻炉，在插座的额定电流大于电阻炉额定电流 1.5 倍时，可用插座作电阻炉的插座电器。

17.7 充电站

17.7.1

1 蓄电池和蓄电池铲车，按一台整流设备对一台蓄电池车或蓄电池铲车的充电方式，与用一台大的整流器设备对同时充电的几组蓄电池充电的方式比较，便于调节，且投资和建筑面积增加不大，故推荐采用。根据蓄电池国家现行制造标准，牵引蓄电池初充电电流第一阶段 $0.5I_5$ ，第二阶段 $0.25I_5$ ；普通充电电流第一阶段 $0.7I_5$ ，第二阶段

0.35I₅。故规定整流设备输出电流不得小于 0.7 倍的 5h 放电率电流，以满足最大的充电电流值；

2 汽车起动蓄电池组电压较低，一般将几组电池串联后充电，其原因是蓄电池充电是临时性接线，往往容易脱线和解除不良，发生这种情况整串蓄电池都不充电，容易出现，但串联蓄电池必须是同一型号、同一类型，且新旧程度应一致。充电时，串联数目不宜太多，即电压不宜太高，因为电压太高，工人操作很不安全。故本条结合各种整流器中用得比较普遍的充电电压等级，规定蓄电池的总电势不宜超过 110V；整流设备的额定输出电压不低于总电动势的 15%，且不超过 160V。直流额定输出电流不得小于 10h 放电率电流；同样是根据国家现行标准，起动用铅酸蓄电池普通充电电流为 I₁₀ 的规定而制定的。

17.8 静电滤清器电源装置

17.8.2 冶金炉出口烟气中含有大量有色金属粉尘，若任其放空，必将造成大量有色金属流失，而且对周围环境造成大污染。因此有色金属冶炼厂烟气中的粉尘必须回收，并经净化到环境保护所要求的标准内才能排放。电滤器是一种高效滤尘装置，在有色金属冶炼厂中是烟气回收和烟气净化的关键设备，因此应保证其供电的可靠性。

17.8.3 电滤器是靠烟气通过电场时由高压电场电晕放电使尘埃带负电而向正极移动，并在正极沉积进行收尘的。为了提高滤尘效率，需要根据进入电场的烟尘流速、性质、浓度等参数，随时调整电压和电流，以保证电场始终处于电晕放电状态，晶闸管自动调压的高压硅整流装置是为适应这种要求而专门设计的配套产品，就目前看，性价比最高，故应采用。

17.8.4 电滤器在工作过程中通入各种电场的气体，其悬浮粒子含量和气体温度、压力、流量等参数均有差别，为保证气体净化时有最高的效率，对电滤器的每一个电场需要配以不同的供电参数（即电晕电压及电晕电流），此外电滤器在操作过程中气体参数还会发生变化，电晕电压及电流须随时进行调整，因此电滤器的每一个电场宜单独设置整流装置。但对大型电滤器，有时设置两系列并联电场，烟气入端电场烟气工况相同，负载电流较小，为简化交直流供电系统、节约投资，也可采用一台整流装置带两个电场的供电方式。

17.8.5 户外式可节省整流室占地，取消了整流室内的高压直流母线和高压电缆及电缆头，故即节约了投资，又降低了故障率，目前户外式已普遍采用，产品已能满足户外要求。故推荐“电滤器整流装置的整流变压器优先采用户外式”。

17.8.7 整流装置的整流变压器有户内户外两种形式，户外式整流变压器直接安装在电滤

器电场的阴极进线处。户内式整流变压器则安装在单独设置的整流装置室内。为了确保安全，防止人员偶然靠近高压带电部分或者误触及带电部分造成危险，必须将每套整流变压器及三点式（或四点式）转换开关设在单独的整流隔间内。设置整流隔间还可避免因一套整流装置检修而影响其他整流装置的运行。为了节约高压直流电缆长度，户内式整流变压器应尽量靠近电滤器。

生产过程中当某一台整流装置出现临时性故障时，常需要采取措施使电场不停电。较普遍的做法是采用高压直流联络母线使同一台收尘器的各个电场的整流装置互为备用。当整流装置台数多时，也可专门备一台整流装置供事故时替换。

17.8.13 整流装置的正极与电滤器的收尘极的连接线通常不利用设备或金属构件本身作为接地线，因为设备或金属构件的偶然损坏或检修都有可能使接地回路中断。由于电滤器电场闪络，产生高频，在接地线上可能出现比较高的高频电压，对接触不良的金属设备或构件产生放电现象，既不安全又影响电场工作效率。经理论分析和试验发现，放电现象与连接线的关系很大，过去连接线一般采用 $4\text{mm} \times 25\text{mm}$ 或 $4\text{mm} \times 40\text{mm}$ 的扁钢，对高频来说是一个很大的电抗，试验中，在接地线上增加一根铜线，接地线的放电火花颜色明显变淡。进口的整流装置对接地线均要求用铜导体。

17.8.14 电滤器发生闪络时，两个相邻的供电装置，通过靠近的电力管线和控制线路产生高频干扰，相互影响。本条规定电力线路和控制线路，以及不同整流装置的配电管线不得共管共缆，目的在于尽量削弱相互干扰

17.8.15 装设开门后自动切断整流装置交流电源的电气联锁，是为了防止人员在整流装置工作时，误入高压整流隔间发生触电危险，以确保安全。

在电场围栏门上装设安全开关，当维护人员在进入电场围栏之前，只要打开门，安全开关即动作，通过控制回路切断整流装置的交流电源，也是为了安全。

17.8.18 规定接地电阻不应大于 4 欧，是为了设备正常运行和人身安全。

17.8.20 整流装置室是配电设备集中的地方，应考虑人员进出和设备安装、运行及维护的需要，室内应保持清洁，采用密闭门窗，尽量避免灰尘进入室内，是为了保证整流装置可靠工作。整流装置及其他电子元件的热稳定性能较差，温度高于允许工作温度时，整流装置运行不稳定，易引起误动作，影响正常工作。故规定室内温度不应超过 35°C ，否则应通风降温。但对环境灰尘较大的场所，采用空气制冷机实行空气内循环降温，可达到很好的防尘效果。

17.9 大型风机

17.9.2 大型风机采用变频调速，其节电效果显著。

17.9.3 大型高速鼓风机因其转速高、惯性大，停电后还要转动一段时间才能停止。所以在主电机停电后，还要继续供给冷却润滑油，否则会造成设备损坏事故。为了可靠供油，通常设置备用润滑油泵，此条对备用润滑油泵的电源可靠性作出了规定。

17.9.5

4 当辅机系统正常时，应发出允许风机主电动机运行的指令；当辅机系统故障时，应发出停止风机主电动机运行的指令，如：

- 1) 向转炉送风的鼓风机，宜装设事故停车时起动备用倾炉电动机的联锁；
- 2) 冶炼炉后高温风机，其调速装置宜按保证炉内负压进行调节；

3) 大型风机的辅机系统宜采用独立的 PLC 控制。当辅机系统正常时，应发出允许风机主电动机运行的指令；当辅机系统故障时，应发出停止风机主电动机运行的指令。