



中华人民共和国国家标准

GB/T 5226.32—2017/IEC 60204-32:2008
代替 GB 5226.2—2002

机械电气安全 机械电气设备 第 32 部分：起重机械技术条件

Electrical safety of machinery—Electrical equipment of machines—
Part 32: Requirements for hoisting machines

(IEC 60204-32:2008, Safety of machinery—Electrical equipment of
machines—Part 32: Requirements for hoisting machines, IDT)

2017-12-29 发布

2018-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	5
4 基本要求	11
5 引入电源线端接法和切断开关	15
6 电击的防护	21
7 电气设备的保护	25
8 等电位联结	29
9 控制电路和控制功能	33
10 安装在操作面板和起重机械上的控制器件	42
11 控制设备:位置、安装和电柜	47
12 导线和电缆	50
13 配线技术	56
14 电动机及相关设备	62
15 附件和照明	63
16 标记、警示标志和参照代号	64
17 文件	66
18 检验	68
附录 A (规范性附录) 在 TN 系统中的间接接触防护	73
附录 B (资料性附录) 起重机械电气设备查询表	76
附录 C (资料性附录) 机械电气设备中导线和电缆的载流量和过电流保护	79
附录 D (资料性附录) 断续工作制导线的选取	84
附录 E (资料性附录) 紧急操作功能的解释	87
附录 F (资料性附录) 常用导线截面积的对照表	88
附录 NA (资料性附录) 与规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件	90
参考文献	92
索引	94

前 言

GB/T 5226《机械电气安全 机械电气设备》分为以下几部分：

- 第 1 部分：通用技术条件；
- 第 6 部分：建设机械技术条件；
- 第 11 部分：交流电压高于 1 000 V 或直流电压高于 1 500 V 但不超过 36 kV 的通用技术条件；
- 第 31 部分：缝纫机、缝制单元和缝制系统的特殊安全和 EMC 要求；
- 第 32 部分：起重机械技术条件；
- 第 33 部分：半导体设备技术条件。

本部分为 GB/T 5226 的第 32 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB 5226.2—2002《机械安全 机械电气设备 第 32 部分：起重机械技术条件》，与 GB 5226.2—2002 相比主要技术变化如下：

- 修改了标准名称(见封面,2002 年版的封面)；
- 增加了(持续)载流量(3.17)、隔离器件(3.20)、急停器件(3.24)、紧急断开器件(3.25)、功能联结(3.34)、感应电源系统(3.39)、手动控制起重机械(3.46)、保护联结(3.54)、安全相关控制功能(安全相关控制电路)(3.62)9 个术语；
- 增加了电磁兼容性(见 4.4.2)；
- 增加了保护联结电路(见 8.2)；
- 增加了紧急断开器件(见 10.8)和使能控制器件(见 10.9)；
- 增加了用自动切断电源作保护条件的检验(见 18.2)；
- 增加了在 TN 系统中的间接接触防护(见附录 A)和断续工作制导线的选取(见附录 D)；
- 增加了常用导线截面积的对照表(见附录 F)；
- 修改了电动机的过载保护(见 7.3,2002 年版的 7.3)；
- 修改了紧急停止(见 9.2.5.4.2,2002 年版的 9.2.5.4.2)；
- 修改了无线控制(见 9.2.7,2002 年版的 9.2.7)；
- 删除了 3 个术语(见 2002 年版的 3.17,3.53,3.59)；
- 删除了电源系统设计(见 2002 年版的 6.3.2.4)；
- 删除了保护接地电路的断开(见 2002 年版的 8.2.6)；
- 删除了接至公共基准电位(见 2002 年版的 8.3.3)；
- 删除了控制器件的连接(见 2002 年版的 9.1.4)；
- 删除了串行数据通信(见 2002 年版的 9.2.7.4)；
- 删除了相关安全控制电路(见 2002 年版的 9.5)；
- 删除了第 11 章电子设备(2002 年版的第 11 章)。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60204-32:2008《机械安全 机械电气设备 第 32 部分：起重机械技术条件》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件见附录 NA。

本部分做了下列编辑性修改：

- 为与现有标准系列一致,修改标准名称；

GB/T 5226.32—2017/IEC 60204-32:2008

- 增加资料性附录 NA；
- 在 10.9 的“注”中增加资料性要素，即“三位置形式可参见 GB/T 14048.20—2013”。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业机械电气系统标准化技术委员会(SAC/TC 231)归口。

本部分负责起草单位：北京起重运输机械设计研究院、中联重科股份有限公司、北京机床研究所。

本部分参加起草单位：大连众益电气有限公司、中船第九设计研究院工程有限公司、徐州重型机械有限公司、西门子(中国)有限公司、深圳市汇川技术股份有限公司、卫华集团有限公司、浙江三港起重电器有限公司、扬戈科技股份有限公司、广西建工集团建筑机械制造有限责任公司、辽宁国远科技有限公司、南京开关厂有限公司。

本部分主要起草人：岳文翀、赵春晖、赵丽媛、薛瑞娟、曾杨、程涛、张军、朱长建、段龙、夏翔、周强、周峰、范大山、林永、宋宵、吴以国。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 5226.2—2002。

引 言

本部分对起重机械的电气设备提出技术要求和建议,以便促进提高:
——人员和财产的安全性;
——控制响应的一致性;
——维护的便利性。
不应以降低上述基本要求来获取高性能。

图 1 和图 2 有助于理解一台起重机械各个环节和其相关设备间的关系。图 1 所示是某典型物料搬运系统(一组协同工作的起重机)的总框图,图 2 为某典型起重机和关联设备的框图,它表示了本部分所涉及电气设备的各个环节。

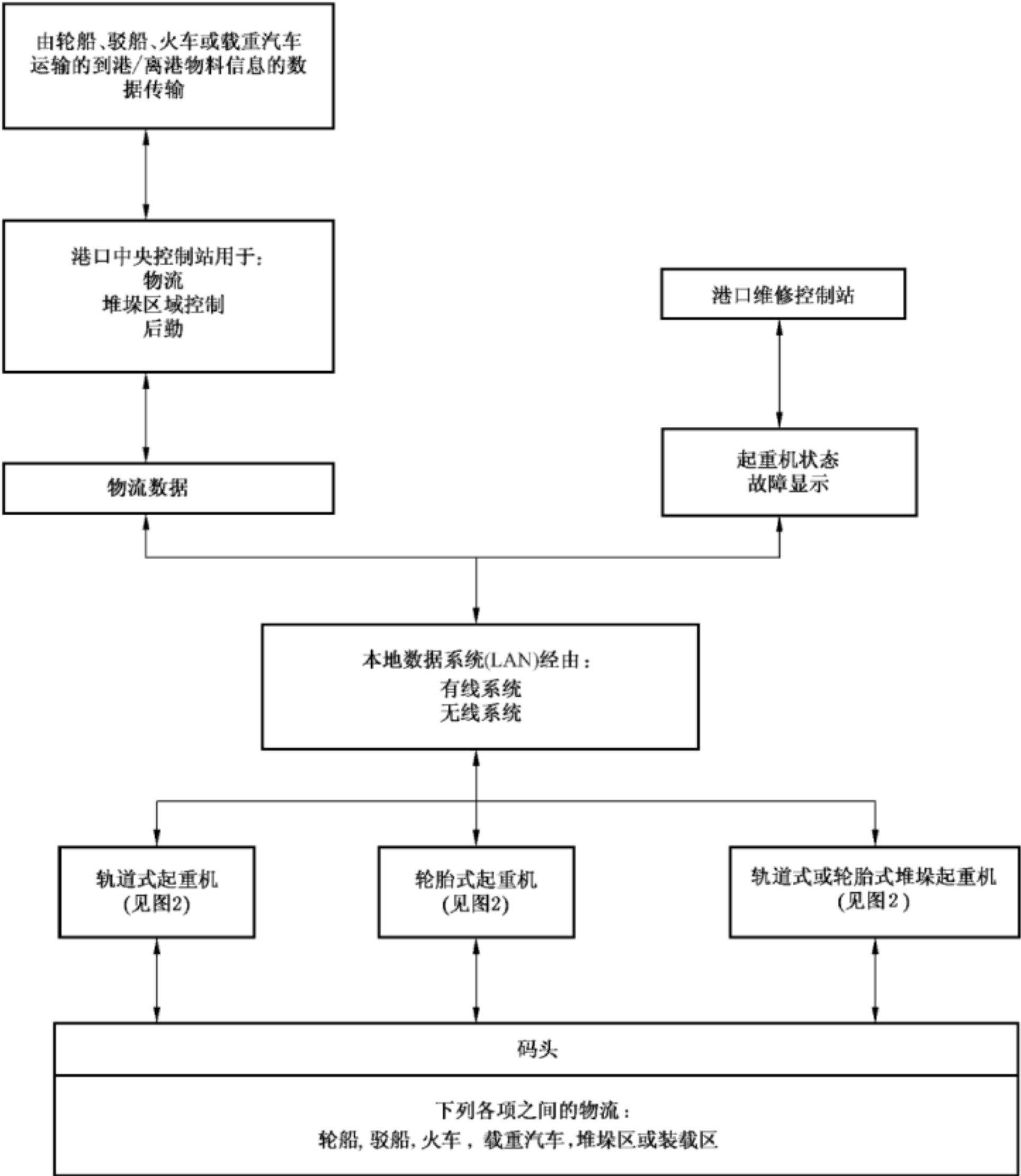


图 1 港口典型物料搬运系统中联合作业的起重机框图

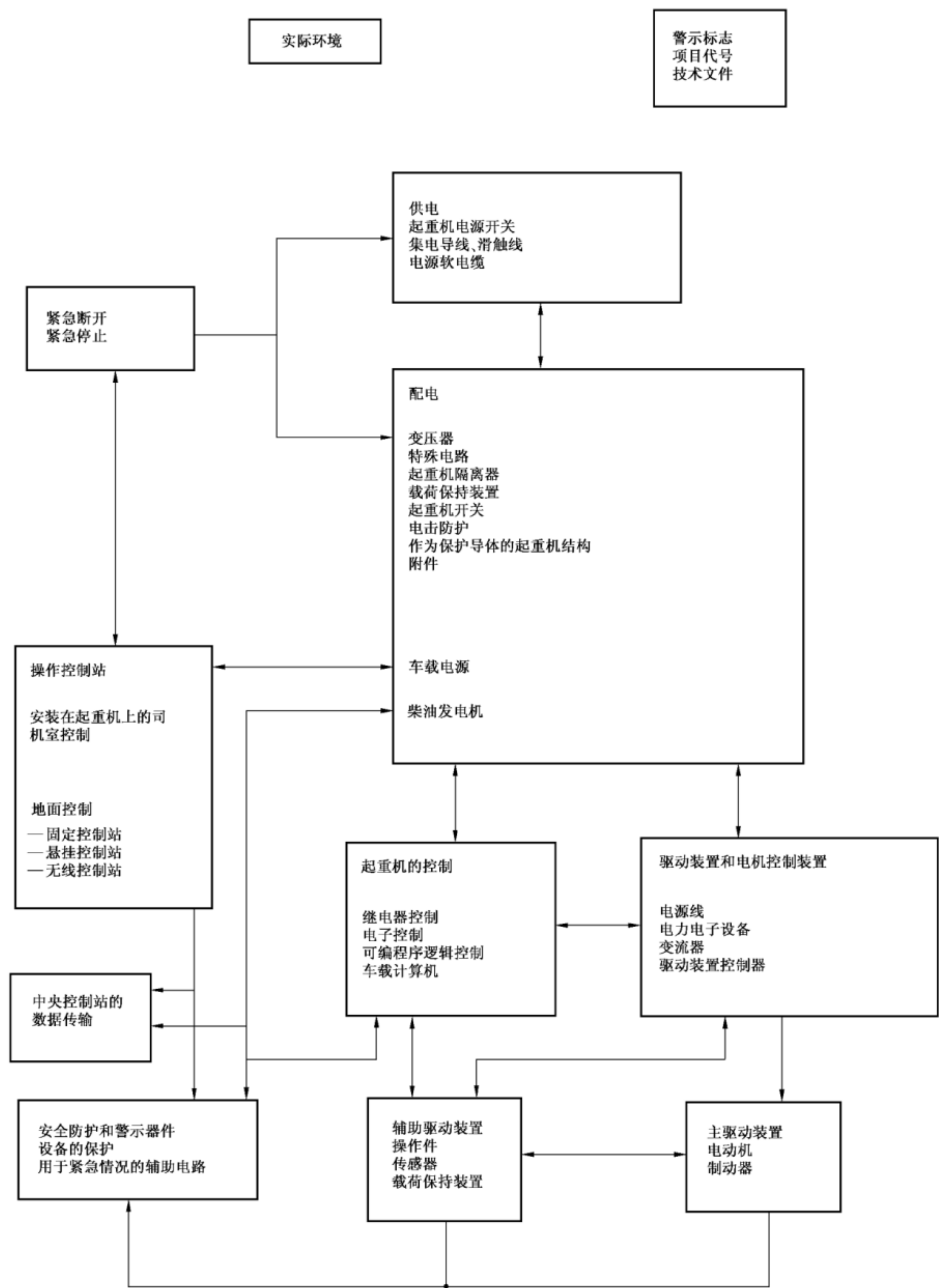


图 2 典型起重机及其相关电气设备的框图

机械电气安全 机械电气设备

第 32 部分：起重机械技术条件

1 范围

GB/T 5226 的本部分适用于与起重机械相关的电气和电子设备及系统。

注 1：本部分中，“电气”一词包括电气和电子两方面（即电气设备是指电气设备和电子设备两者）。

注 2：本部分中，“人员”一词指任何个人和那些受用户或其代理指派使用和管理起重机械的人。

本部分所包含的设备是从起重机械电气设备的电源接入处（起重机电源开关）开始的，包括起重机械外部的电源及控制馈线系统，例如软电缆或集电导线或滑触线（见图 3）。

注 3：有关建筑物电源安装要求，见 IEC 60364。

本部分适用的电气设备及其部件，其线电压不超过 1 000 V(a.c.)或 1 500 V (d.c.)，额定频率不超过 200 Hz。

注 4：对高电压的要求见 IEC 60204-11。

对于用于以下环境中起重机械的电气设备可以规定附加和特殊要求：

- 用于露天使用（即：在建筑物或其他防护结构的外部）；
- 用于处理或运输潜在易爆炸性的物质（例如，油漆或者锯末）；
- 用于潜在易爆物或易燃气体；
- 用于矿山。

对本部分而言，起重机械包括各种类型的起重机、各种类型的绞车以及有轨巷道堆垛起重机，包括下列各类产品：

- 桥式起重机；
- 流动式起重机；
- 塔式起重机；
- 门座式起重机；
- 门式起重机；
- 岸边起重机；
- 浮式起重机；
- 各种绞车；
- 葫芦及附件；
- 装载起重机；
- 缆索起重机；
- 载荷保持装置；
- 有轨巷道堆垛起重机；
- 单轨小车运输系统；
- 跨运车；
- 轮胎式门式起重机(RTGs)。

本部分涉及电气设备元件的选用和安装，但不涉及元件本身。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文

件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2423.5—1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击 (IEC 60068-2-27:1987, IDT)

GB/T 2423.8—1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ed:自由跌落 (IEC 60068-2-32:1990, IDT)

GB/T 6988.1—2008 电气技术用文件的编制 第1部分:规则 (IEC 61082-1:2006, IDT)

GB/T 12668.502—2013 调速电气传动系统 第5-2部分:安全要求 功能 (IEC 61800-5-2:2007, IDT)

GB/T 14048.2—2008 低压开关设备和控制设备 第2部分:断路器 (IEC 60947-2:2006, IDT)

GB/T 16754—2008 机械安全 急停 设计原则 (ISO 13850:2006, IDT)

GB/T 16855.1—2008 机械安全 控制系统有关安全部件 第1部分:设计通则 (ISO 13849-1:2006, IDT)

GB/T 16895.2—2005 建筑物电气装置 第4-42部分:安全防护 热效应保护 (IEC 60364-4-42:2001, IDT)

GB/T 16895.21—2011 低压电气装置 第4-41部分:安全防护 电击防护 (IEC 60364-4-41:2005, IDT)

GB/T 16895.23—2012 低压电气装置 第6部分:检验 (IEC 60364-6:2006, IDT)

GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验 (IEC 60664-1:2007, IDT)

ISO 7000:2004 设备用图形符号 索引和一览表 (Graphical symbols for use on equipment—Index and synopsis)

ISO 12100-1 机械安全 第1部分:基本术语和方法 (Safety of machinery—Part 1: Basic terminology, methodology)

ISO 12100-2:2003 机械安全 基本概念与设计通则 第2部分:技术原则 (Safety of machinery—Basic concepts, general principles for design—Part 2: Technical principles)

ISO 13849-2:2003 机械安全 控制系统有关安全部件 第2部分:确认 (Safety of machinery—Safety-related parts of control systems—Part 2: Validation)

ISO 13851:2002 机械安全 双手操纵装置 功能状况及设计原则 (Safety of machinery—Two-hand control devices—Functional aspects and design principles)

ISO 13852:1996 机械安全 防止上肢触及危险区的安全距离 (Safety of machinery—Safety distances to prevent danger zones being reached by the upper limbs)

IEC 60034-1 旋转电机 第1部分:定额与性能 (Rotating electrical machines—Part 1: Rating and performance)

IEC 60034-5 旋转电机 第5部分:旋转电机整体结构的防护等级 (IP 代码) 分级 [Rotating electrical machines—Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code)—Classification]

IEC 60034-11 旋转电机 第11部分:热保护 (Rotating electrical machines—Part 11: Thermal protection)

IEC 60072-1 旋转电机尺寸和输出功率等级 第1部分:机座号 56~400 和凸缘号 55~1080 (Dimensions and output series for rotating electrical machines—Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1080)

IEC 60072-2 旋转电机尺寸和输出功率等级 第2部分:机座号 355~1000 和凸缘号 1180~2360 (Dimensions and output series for rotating electrical machines—Part 2: Frame numbers 355 to 1000)

and flange numbers 1180 to 2360)

IEC 60073 人机界面、标志和标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则 (Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification—Coding principles for indicators and actuators)

IEC 60309-1 工业用插头、插座和耦合器 第 1 部分: 一般要求 (Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes—Part 1: General requirements)

IEC 60332(所有部分) 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 (Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions)

IEC 60364-1 低压电气装置 第 1 部分: 基本原则、一般特性评估和定义 (Low-voltage electrical installations—Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions)

IEC 60364-4-43:2001 建筑物电气装置 第 4-43 部分: 安全保护 过电流保护 (Electrical installations of buildings—Part 4-43: Protection for safety—Protection against overcurrent)

IEC 60364-5-52:2001 建筑物电气装置 第 5-52 部分: 电气设备的选择和安装 布线系统 (Electrical installations of buildings—Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment—Wiring systems)

IEC 60364-5-53:2002 建筑物电气装置 第 5-53 部分: 电气设备的选择和安装 隔离、开关和控制设备 (Electrical installations of buildings—Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment—Isolation, switching and control)

IEC 60364-5-54:2002 建筑物电气装置 第 5-54 部分: 电气设备的选择和安装 接地配置、保护导体和保护联结导体 (Electrical installations of buildings—Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment—Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors)

IEC 60417 电气设备用图形符号 (Graphical symbols for use on equipment)

IEC 60439-1:1999 低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分: 型式试验和部分型式试验成套设备 [Low-voltage switchgear and controlgear assemblies—Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies¹⁾]

IEC 60445 人机界面、标志和标识的基本和安全规则 设备端子和导体终端的标识 (Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification—Identification of equipment terminals and conductor terminations)

IEC 60446:1999 人机界面标志标识的基本和安全规则 导体的颜色或数字标识 (Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification—Identification of conductors by colours or alphanumerics)

IEC 60447 人机界面、标志和标识的基本和安全规则 操作原则 (Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification—Actuating principles)

IEC 60529:2001 外壳防护等级 (IP 代码) [Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)]

IEC 60617 简图用图形符号 (Graphical symbols for diagrams)

IEC 60898(所有部分) 电气附件 家用及类似场所用过电流保护断路器 (Electrical accessories—Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations)

1) 存在一个统一的版本 4.1(2004), 包括第 4 版及修改件。

IEC 60947-1:2007 低压开关设备和控制设备 第1部分:总则(Low-voltage switchgear and controlgear—Part 1:General rules)

IEC 60947-3 低压开关设备和控制设备 第3部分:开关、隔离器、隔离开关以及熔断器组合电器(Low-voltage switchgear and controlgear—Part 3:Switches, disconnectors, switch-disconnectors, and fuse-combination units)

IEC 60947-4-1:2000²⁾ 低压开关设备和控制设备 机电式接触器和电动机起动器(Low-voltage switchgear and controlgear—Part 4-1:Contactors and motor-starters—Electromechanical contactors and motor-starters)

IEC 60947-5-1:2003 低压开关设备和控制设备 第5-1部分:控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器(Low-voltage switchgear and controlgear—Part 5-1:Control circuit devices and switching element—Electromechanical control circuit devices)

IEC 61140 电击防护 装置和设备的通用部分(Protection against electric shock—Common aspects for installation and equipment)

IEC 61180-2:1994 低压电气设备的高电压试验技术 第2部分:试验设备(High-voltage techniques for low-voltage equipment—Part 2:Test equipment)

IEC 61310(所有部分) 机械安全 指示、标志和操作(Safety of machinery—Indication, marking and actuation)

IEC 61346(所有部分) 工业系统、装置与设备以及工业产品结构原则与参照代号(Industrial systems, installations and equipment and industrial products-Structuring principles and reference designations)

IEC 61557-3 交流1 000 V和直流1 500 V以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第3部分:环路阻抗(Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c.and 1 500 V d.c.—Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measure—Part 3: Loop impedance)

IEC 61558-1 电力变压器、电源、电抗器和类似产品的安全 第1部分:通用要求和试验(Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products—Part 1:General requirements and tests)

IEC 61558-2-6 电力变压器、电源和类似产品的安全 第2-6部分:通用安全隔离变压器的特殊要求(Safety of power transformers, power supply units and similar—Part 2-6:Particular requirements for safety isolating transformers for general use)

IEC 61984 连接器 安全要求和试验(Connectors—Safety requirements and tests)

IEC 62023 技术信息与文件的构成(Structuring of technical information and documentation)

IEC 62027 明细表的编制(Preparation of parts lists)

IEC 62061 机械安全 与安全有关的电气、电子和可程序电子控制系统的功能安全(Safety of machinery—Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems)

IEC 62079 说明书的编制 构成、内容和表示方法(Preparation of instructions—Structuring, content and presentation)

2) 存在一个统一的版本2.1(2002),包括第2版及修改件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

操动器 actuator

将外部手动作用施加在装置上的部件。

注 1：手柄、旋钮、按钮、滚轮、推杆操作件等。

注 2：有某些操作方式只要求起作用而不需外部作用力。

注 3：注意操动器和机械执行机构的区别(见 3.44)。

3.2

环境温度 ambient temperature

应用电气设备处的空气或其他介质的温度。

3.3

(电气)保护遮栏 (electrically)protective barrier

为防止从任一通常接近方向直接接触而设置的防护物。

[IEV 826-12-23]

3.4

司机室操纵的起重机械 cabin controlled hoisting machine

由永久性地附设在起重机械上的司机室来操纵的起重机械。

3.5

电缆托盘 cable tray

带有连续底盘和翻边,但没有盖子的电缆支撑物。

注：电缆托盘可以是带孔的或是网格状的。

[IEV 826-15-08]

3.6

电缆槽盒系统 cable trunking system

由底座和可拆卸罩组成的封闭外壳系统,用于完全封闭绝缘电线、电缆和软线及容纳其他的电气设备。

3.7

联合引发 concurrent

以联合形式起作用。用于下列情况：在操作条件下,同时存在两处或多处控制作用(但不一定同时动作)。

3.8

导管 conduit

电气或通信装置中用于绝缘导线和/或电缆的一般为圆形横截面的封闭式布线系统部件,导线或电缆可以从中穿入和/或更换。

注：导管要尽可能地紧密接合,以使只能穿入绝缘导线和/或电缆,而不能从其侧面插入。

[IEV 826-15-03]

3.9

(起重机械的)控制电路 control circuit(of a hoisting machine)

用于起重机械和电气设备控制,包括监测的电路。

3.10

控制器件 control device

连接在控制电路中用于控制起重机械工作的器件(如位置传感器、手控开关、继电器、电磁阀、速度传感器等)。

3.11

控制设备 controlgear

开关电器及其相关控制、测量、保护和调节设备的组合,也包括这些器件及设备与相关内部连接、辅助装置、外壳和支承结构的组合,一般用于消耗电能设备的控制。

[IEV 441-11-03, 修订]

3.12

可控停止 controlled stop

停止过程中保持机械执行机构电源的起重机械运动的停止。

3.13

起重机 crane

用于起升/下降和水平移动悬吊载荷的机械。

3.14

起重机隔离器 crane-disconnector

用于断开(隔离)电源电路(如用于修理或维护工作)的一种安装在起重机械上的手动隔离器件。

3.15

起重机电源开关 crane-supply-switch

用于断开起重机械输入电源的一种分断(隔离)和开关电器。

3.16

起重机开关 crane-switch

用于断开连接驱动装置电源的一种开关电器(如在紧急停止时使用)。

3.17

(持续)载流量 (continuous)current-carrying capacity

导体、器件和电器在稳态温度不超过规定值的条件下所能持续承载的最大电流。

[IEV 826-11-13]

3.18

直接接触 direct contact

人或动物与带电部分的电接触。

[IEV 826-12-03]

3.19

(触头元件的)直接断开操作 direct opening action(of a contact element)

开关的操动器规定的运动通过无弹性部件(即不采用弹簧)使触头断开。

[IEC 60947-5-1 中 K.2.2]

3.20

隔离器件 disconnecting device

在断开状态下能符合隔离功能要求规定的器件。

3.21

管道 duct

专用于放置和保护电线、电缆及母线的封闭通道。

注:管道类型包括导管(见 3.8)、电缆槽盒系统(见 3.6)和地下线槽。

3.22

电气工作区 electrical operating area

电气设备用的隔间或位置,只限于熟练技术人员或受过培训的人员,不使用钥匙或工具就可以打开门或移去遮栏而靠近,电气工作区标有清晰的警示标志。

3.23

电子设备 electronic equipment

包含其运行依赖的电子器件和元件电路的电气设备部件。

3.24

急停器件 emergency stop device

用于起动急停功能的手动控制器件。

[GB/T 16754—2008,定义 3.2]

注:参见附录 E。

3.25

紧急断开器件 emergency switching-off device

用手操动的,用来切断发生电击危险或其他有关电的危险的装置的部分或全部电源的控制器件。

注:参见附录 E。

3.26

封闭电气工作区 enclosed electrical operating area

电气设备用的隔间或位置,只限于熟练技术人员或受过培训的人员,通过使用钥匙或工具打开门或移去遮栏而靠近,电气工作区标有清晰的警示标志。

3.27

外壳 enclosure

为防护某些外来影响和防止任何方向直接接触而提供的设备防护部件。

注:取自现行 IEC 的定义,在本部分范围内作如下解释:

- a) 外壳为防止人或牲畜触及危险件提供保护;
- b) 遮栏、孔型通道或用于防止或限制专用测试探头进入的任何其他装置,不论是附着在外壳上的还是由封闭设备构成的,均视为外壳的组成部分,除非它们不用钥匙或工具就能移去;
- c) 外壳可以是:
 - 安装在起重机械上或独立于起重机械的柜体或箱体;
 - 由起重机械结构上的封闭空间构成的隔间(如箱形梁)。

3.28

设备 equipment

一个通用术语,包括材料、装置、器件、用具、卡具、仪器以及涉及电气装置或用于电气装置的零件。

3.29

等电位联结 equipotential bonding

为达到等电位,多个可导电部分间的电连接。

[IEV 195-1-10]

3.30

外露可导电部分 exposed conductive part

可触及的、正常工作状态下不带电,但在故障情况下可能带电的电气设备的可导电部分。

[IEV 826-12-10,修订]

3.31

外界可导电部分 extraneous conductive part

非电气装置的组成部分,且易于引入电位的可导电部分,该电位通常为局部地电位。

[IEV 826-12-11]

3.32

失效 failure

产品完成要求功能的能力中断。

注 1: 失效后,产品处于故障状态。

注 2: “failure(失效)”与“fault(故障)”的区别在于,失效是一次事件,故障是一种状态。

注 3: 这里定义的“失效”,不适用于由软件构成的产品。

[IEV 191-04-01]

注 4: 实际上,“fault(故障)”和“failure(失效)”这两个术语经常作同义词用。

3.33

故障 fault

产品不能完成要求功能的状态,预防性维护或其他计划的行动或因缺乏外部资源的情况除外。

注 1: 故障通常是产品自身失效引起的,但即使失效未发生,故障也可能存在。

注 2: 英语“fault”一词及其定义与在 IEC 191-05-01 中是一致的。在机械领域中,这一术语法语用“défaute”,德语用“Fehler”而不用术语“panne”和“Fehlzustand”。

3.34

功能联结 functional bonding

是为电气设备适合的功能所需要的等电位联结。

3.35

防护装置 guard

借助于物理遮栏专门用于提供防护的起重机械部件,按结构可称作箱、盖、屏、门、封闭体等。

[ISO 12100-1 中 3.25,修订]

3.36

手持直接控制器件 hand-held direct-control device

在作业中,手持其外壳移动,直接作用在动力电路上的一种手动开关器件。

3.37

危险 hazard

伤害身体或损害健康的潜在源。

注 1: “危险”一词可由其起源(例如,机械危险,电气危险)或其潜在伤害的性质(例如,电击危险,切割危险,中毒危险和火灾危险)进行限定。

注 2: 本定义中的危险包括:

- 在机器的预定使用期间,始终存在的危险(例如,危险运动部件的运动,焊接过程中产生的电弧,不健康的姿势,噪声排放,高温);
- 意外出现的危险(例如,爆炸、意外启动引起的挤压危险、泄漏引起的喷射、加速/减速引起的坠落)。

[ISO 12100-1 中 3.6,修订]

3.38

间接接触 indirect contact

人或动物与故障状况下带电的外露可导电部分的电接触。

[IEV 826-12-04]

3.39

感应电源系统 inductive power supply system

由磁轨转换器和磁轨导体组成,他们能沿着一个或多个提取器和关联的提取转换器移动,并没有任何电或机械接触,其目的是为了传输电能,例如,可移式起重机械。

注: 磁轨导体和提取器分别类似于变压器的初级和次级线圈。

3.40

受过培训的(电气)人员 (electrically) instructed person

由熟练电气技术人员充分指导和监督的,能察觉和避免由于电引起危险的人员。

[IEV 826-18-02]

3.41

(安全防护用)联锁 interlock(for safeguarding)

将防护装置或器件与控制系统互连和/或将全部或部分电能分配给起重机械的一种电路。

3.42

限制装置 limiting device

用来防止起重机械或其部件超出设计极限(如空间极限、压力极限)的一种器件。

[ISO 12100-1 中 3.26.8]

3.43

带电部分 live part

正常运行中带电的导体或可导电部分,包括中性导体,但按惯例不包括 PEN 导体、PEM 导体或 PEL 导体。

注:本概念不意味着有电击危险。

[IEV 826-12-08]

3.44

机械执行机构 machine actuator

一种用于引起起重机械运动的动力装置。

3.45

机械(机器) machinery(machine)

由若干零、部件组合而成,其中至少有一个零件是可以运动的,并具有适当的机械执行机构、控制和动力电路等。它们的组合具有一定应用目的,如物料的加工、处理、搬运或包装等。

“机械”这一术语也包括机器的组合,即将同一应用目的若干台机器安排、控制得如同一台完整机器那样发挥它们的功能。

[ISO 12100-1 中 3.1,修订]

注:在这用的“组合”这一术语在通常意义上不仅是电气部件的组合。

3.46

手动控制起重机械 manually controlled hoisting machine

具有连续直接手动控制负载和负载对操作者连续可见的起重机械。

3.47

标记 marking

用于识别设备、元件和/或器件的主要符号或标牌,可能包括某些特征。

3.48

中性导体 neutral conductor

电气上与中性点连接并能用于配电的导体。

[IEV 826-14-07]

3.49

阻挡物 obstacle

用于防止无意的直接接触,但不能防止有意直接接触的一种部件。

3.50

过电流 overcurrent

超过额定值的电流。

3.51

(电路的)过载 overload (of a circuit)

电路在无故障情况下超过满载值时,电路内时间与电流的关系。

注 1: 过载不宜用作过电流的同义词。

注 2: 起重机械中“过载”一词也用于机械过载,其有可能会也有可能不会引起电气过载。

3.52

插头/插座组合 plug/socket combination

适用于导体端子,为连接和断开两个或多个导体的组件和适配组件。

注: 插头和插座组合的示例包括:

——符合 IEC 61984 要求的连接器;

——符合 IEC 60309-1 要求的电源插头和插座、电缆耦合器或器具耦合器;

——符合 IEC 60884-1 要求的插头和插座或符合 IEC 60320-1 要求的器具耦合器。

3.53

动力电路 power circuit

从电网向生产性操作的电气设备单元和控制电路变压器供电的电路。

3.54

保护联结 protective bonding

为防止电击的等电位联结。

注: 防电击的措施也能减少灼伤或火灾的风险。

3.55

保护联结电路 protective bonding circuit

为防止因绝缘失效发生电击而连接在一起的保护导体和导体件。

3.56

保护导体 protective conductor

某些防电击措施所需的一种导线(体),用于与下列部分的电气连接:

——外露可导电部分;

——外界可导电部分;

——总接地端子(PE)。

[IEV 826-13-22,修订]

3.57

冗余技术 redundancy

多重器件或系统,用于确保一路失效时,另一路能有效地执行所要求的功能。

3.58

参照代号 reference designation

用于标识文件中和设备上项目的区别代码。

3.59

风险 risk

伤害(例如损伤或危害健康)发生概率和伤害发生的严重程度的综合。

[ISO 12100-1 中 3.11,修改]

3.60

安全防护装置 safeguard

用于保护人员免受危害所使用的防护装置。

3.61

安全防护 safeguarding

使用安全防护装置保护人员的措施。这些保护措施使人员远离那些不能合理消除的危险或者通过本质安全设计方法无法充分减小的风险。

[ISO 12100-1 中 3.20]

3.62

安全相关控制功能（安全相关控制电路） safety-related control function(safety-related control circuit)

用于维护起重机械安全或防止危险突然增加的控制功能(电路)。

3.63

维修平台 servicing level

操作或维修电气设备时,维护人员通常站立的台面。

3.64

短路电流 short circuit current

由于电路中的故障或连接错误造成的短路而引起的过电流。

[IEV 441-11-07]

3.65

熟练(电气)技术人员 (electrically) skilled person

具有相应教育和经验,能察觉和避免由于电引起危害的人员。

[IEV 826-18-01]

3.66

供方 supplier

提供与起重机械相关的电气设备或服务的一个实体(如制造厂、承包商、安装者、组装者)。

注:用户自己也可作为供方。

3.67

开关电器 switching device

用来接通或断开一个或几个电路电流的器件。

[IEV 441-14-01]

注:一个开关电器可以完成接通、断开动作之一或兼具两者。

3.68

端子 terminal

和导体连接的设备或器件的一部分,可重复使用的连接部件。

[IEV 442-06-05,修订]

3.69

不可控停止 uncontrolled stop

通过切除机械执行机构的电源来停止起重机械的运动。

注:本术语并不意味着对其他(例如非电气)停止器件做出任何的具体规定,如超出本部分范围的机械或液压式刹车机构。

3.70

用户 user

使用起重机械及其相关电气设备的实体。

4 基本要求

4.1 一般原则

本部分适用于各种起重机械和一组协同工作的起重机械的电气设备。

作为起重机械风险评价的整体要求的一部分,与电气设备危险有关的风险应进行评价。这就要在使起重机械及其电气设备的性能保持在可接受的水平的条件下,确定可接受的风险水平和对可能遭受危险人员采用必要的保护措施。

危险可能由下列几种原因引起,但不限于这些:

- 电气设备失效或故障,导致电击或由电引起火灾的可能性;
- 控制电路(或者与其有关的元器件)失效或故障,导致起重机械误动作;
- 电源骚扰或故障,以及动力电路失效或故障造成的起重机械误动作;
- 靠滑动或滚动接触保持电路连续性的消失,导致安全功能失效;
- 电气设备外部或内部产生的电气骚扰,如电磁、静电,导致起重机械误动作;
- 存储能量(电气或机械的)释放,导致如电击、会引起伤害的非预期动作;
- 会引起伤害的外表温度。

根据 ISO 12100-1 和 ISO 12100-2 规定的安全措施的分类,危险的降低是由供方在设计阶段实施的措施和用户实施的措施来实现的。

在设计和研制过程中,应识别源于起重机械及电气设备的危险和风险。由本质安全设计方法不能消除危险和/或充分降低风险的场合,应提供降低风险的保护措施,例如,安全防护。在需要进一步降低风险的场合,应提供额外的方法(例如,引起注意风险的方法,如闪烁灯、警示或标志)。此外,降低风险的工作程序是需要的。

本部分推荐使用附录 B 的查询表以便于拟定用户和供方间的协议。协议是根据电气设备的有关基本条件和用户的附加技术要求而制定的,这些附加要求包括:

- 根据起重机械(或一组起重机械)的类型和用途,提出附加的要点;
- 便于维护和修理;
- 提高操作的可靠性和简易性。

注:附录 B 也有利于判断选择的起重机械是否适用于预期用途。

4.2 电气设备的选择

4.2.1 概述

电气设备和器件应适应于它们预期的用途,并且应符合现行有关国家标准的规定。

4.2.2 电源接触器的选择

接触器与其相关的短路保护器件应按照 IEC 60947-4-1 中 8.2.5.1 选择“2”型协调配置。

由安全控制电路启动,完成运动驱动机构停止功能的接触器,应按如下方法选择并和其他设备协调配置:确保不出现触头粘连现象或者即使触头粘连也不影响紧急停止功能。可采纳供方的建议(见 7.2.9)。

注:直接控制运动且需要高频次动作的接触器,推荐其机械寿命至少为三百万次工作循环。

4.2.3 符合 IEC 60439 系列的电气设备

起重机械电气设备应满足起重机械风险评价所确定的安全要求。根据起重机械的预期使用和电气设备情况,设计者可选择符合 IEC 60439-1 要求的电气设备部件,必要时,也可选择符合 IEC 60439 系列要求的其他相关部件。

4.3 电源

4.3.1 概述

电气设备应设计成在下列供电点(即在起重机电源开关处,见图 3)供电的条件下能正常运行:

- 按 4.3.2 或 4.3.3 规定的电源条件；
- 按用户另行规定，参见附录 B；
- 在用专用电源如 4.3.4 规定的车载发电机的情况下，按供方规定。

4.3.2 交流电源

电压：稳态电压值：0.9 倍～1.1 倍标称电压。

注 1：对于某些设备（如大型集装箱起重机）以及通过与用户的协商规定，供电点处（即在起重机电源开关处，见图 3）的电压范围可缩小至 0.95 倍～1.05 倍标称电压。

频率：0.99 倍～1.01 倍标称频率（连续的）。

0.98 倍～1.02 倍标称频率（短时工作）。

注 2：短时工作频率值可由用户自行规定（参见附录 B）。

谐波：2 次～5 次畸变谐波总和不超过线间总电压方均根值的 10%。对于 6 次～30 次畸变谐波总和，允许最多附加线间总电压方均根值的 2%。

不平衡电压：三相电源电压负序和零序分量都不应超过正序分量的 2%。

电压中断：在电源周期的任意时间，电源中断或零电压持续时间不超过 3 ms，相继中断间隔时间应大于 1 s。

注 3：对于某些带电源反馈的变频驱动装置，低于 3 ms 的电压中断也可导致冲击电流通过和熔断器熔断。

注 4：起重机开关可能频繁动作，所选的所有组件（例如充电电路）应满足包括试运行阶段情况下的开关频率。

电压跌落：电压跌落应不超过电源峰值电压的 20%，并且不超过一个周期。相邻两次电压跌落间隔时间应大于 1 s。

4.3.3 直流电源

由电池供电：

——电压：0.85 倍～1.15 倍标称电压；

0.7 倍～1.2 倍标称电压（对于用电池组供电的车辆）。

——电压中断时间：不超过 5 ms。

由换能装置供电：

——电压：0.9 倍～1.1 倍标称电压；

——电压中断时间：不超过 20 ms，相继中断间隔时间应大于 1 s；

——波纹电压（峰峰值）：不超过标称电压的 0.15 倍。

注：为了保证电子设备的正常工作，此项按 IEC 导则 106 变动。

4.3.4 车载电源

对于特殊电源系统如自备发电机，如果电气设备设计成在规定条件下能正常工作，则允许超过 4.3.2 和 4.3.3 中给出的极限值。

对于交流电源系统，应配备装置使之能在下述条件下自动切断电源：

——电源电压在 0.85 倍～1.1 倍标称电压范围以外；

——频率在 0.95 倍～1.05 倍标称频率范围以外。

4.4 物理环境和运行条件

4.4.1 总则

电气设备应适应于其预期使用的物理环境和运行条件。4.4.2～4.4.8 规定的物理环境和运行条件范围覆盖了大多数起重机械。当物理环境或运行条件超出规定范围时，供方和用户之间（见 4.1）应有一

个协议(参见附录 B)。

4.4.2 电磁兼容性(EMC)

电气设备产生的电磁骚扰不应超过其预期使用环境允许的水平。此外,电气设备还应具有足够的抗电磁骚扰能力,使其能在预期环境中正常工作。

注 1: EMC 通用 GB/T 17799.1 或 GB/T 17799.2 和 GB 17799.3 或 GB 17799.4 给出了 EMC 通用的抗扰度和发射限值。

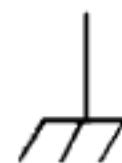
注 2: 为确保电气和电子系统的 EMC 水平,IEC 61000-5-2 给出了其系统电缆和接地的指南。如果有产品标准(如 GB/T 19436.1、GB 12668.3、GB/T 14048.10),产品标准优先于通用标准。

抑制产生电磁骚扰(即传导和辐射的发射)的措施包括:

- 电源滤波;
- 电缆屏蔽;
- 使射频辐射减至最小的外壳设计;
- 射频抑制技术。

提高设备的抗扰度,抑制传导和射频辐射骚扰的措施包括:

- 功能联结系统的设计应考虑如下要求:
 - 敏感电路连接到底板的端子上,这种连接端子应使用 IEC 60417-5020(2002-10)中的图形符号标记:



- 底板接地(PE)的连接应使用尽可能短的低射频阻抗导线。
- 为将共模骚扰减至最小,将敏感电气设备或电路直接连接到 PE 电路或功能接地导体(FE)上(见图 4)。这种连接端子应使用 IEC 60417-5018(2002-10)中的图形符号标记:



- 将敏感电路与骚扰源分离;
- 设计能降低射频传输的外壳;
- EMC 布线规范:
 - 使用双绞线以降低差模骚扰的影响;
 - 敏感电路的导线与发射骚扰的导线保持足够的距离;
 - 电缆交叉走线时,尽可能接近 90°;
 - 电缆尽可能接近接地平板走线;
 - 采用带有低射频阻抗端子的静电屏蔽和/或电磁屏蔽盒。

4.4.3 环境温度

电气设备应能在预期环境温度中正常工作。对所有电气设备的最低要求是在环境温度 0℃~+40℃ 范围内应能正常工作。对于高温环境(如热带气候、钢厂、造纸厂)和寒冷环境,建议规定附加要求(参见附录 B)。

4.4.4 湿度

当最高温度为 40℃ 下的相对湿度不超过 50% 时,电气设备应能正常工作。在较低温度下可允许较大的湿度(如 20℃ 时为 90%)。

要求采取正确的电气设备设计来防止偶然性凝露的有害影响,或者在必要场所采用适当的附加设施(如内装加热器、空调器、排水孔)。

4.4.5 海拔

电气设备应能在海拔不超过 1 000 m 时正常工作。

4.4.6 污染

电气设备应适当保护,以防止固体和液体的侵入(见 11.3)。

若电气设备安装处的物理环境中存在污染物(如灰尘、酸类物、腐蚀性气体、盐类物)时,电气设备应适当防护(参见附录 B)。

4.4.7 离子和非离子辐射

当设备受到辐射(如微波、紫外线、激光、X 射线)时,应采取附加措施,以避免设备误动作和加速绝缘老化。供方与用户之间可能有必要达成专项协议(参见附录 B)。

4.4.8 振动、冲击和碰撞

应通过选择合适的设备、将设备远离振源安装或采取抗振措施等途径防止(由起重机械及其有关设备产生或物理环境引起的)振动、冲击和碰撞的不良影响。供方和用户之间可能有必要达成专项协议(参见附录 B)。

4.5 运输和存放

电气设备应通过设计或采取适当的预防措施,以保障能经受得住在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内的运输和存放,并能经受温度高达 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、时间不超过 24 h 的短期运输和存放。应采取适当的措施防止潮湿、振动和冲击的影响,以免损坏电气设备。供方和用户之间可能有必要达成专项协议(参见附录 B)。

注:在低温下易损坏的电气设备包括 PVC 绝缘电缆。

4.6 设备搬运

对于运输时必须从起重机械上拆下或独立于起重机械的重量大和体积大的电气设备,应提供合适的方法,以供起重机或类似设备进行搬运(见 13.4.6)。

4.7 安装

应按照供方说明书安装电气设备。

5 引入电源线端接法和切断开关

5.1 引入电源线端接法

建议在可行的地方把起重机械电气设备连接到单一电源上。如果需要用其他电源给电气设备的某些部分(如电子电路、电磁离合器)供电,这些电源应尽可能取自组成起重机械电气设备一部分的器件(如变压器、变流器)。对于大型复杂的起重机械需要多个引入电源(见 5.3.5.1)。

除非随起重机械提供一连接电源的插头[见 5.3.2e)],否则建议电源线连接到起重机电源开关上。若不可行,则应为电源线提供独立的接线端子。

使用中性导体之处应在起重机械的技术文件(如安装图和电路图)中清楚标明,并应对中性导体提供标有 N 的独立绝缘端子(参见附录 B)。

在电气设备内部,中性导体和保护接地电路之间不应相连,也不应使用 PEN 兼用端子。

例外:假如保护导体符合 12.7.2 规定,TN-C 系统电源(见图 3)到起重机械的连接点处,中线端子和 PE 端子可以相连。

所有引入电源端子都应按 IEC 60445 作出清晰的标记,外部保护导体端子的标识见 5.2。

5.2 连接外部保护接地系统的端子

对每个引入电源,应在有关相线端子的邻近处(见 8.2.1)设一端子,用于将起重机械接到外部保护接地系统或接到外部保护导体,这取决于电源分配系统,并应符合有关的安装标准。

这种端子的尺寸应适合与表 1 规定截面积的外部铜保护导体相连接。

表 1 外部保护铜线的最小截面积

设备供电相线的截面积 S mm^2	外部保护铜导线的最小截面积 S_p mm^2
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

如果外部保护导体采用非铜材料,则端子尺寸应作相应的选择(见 8.2.2)。

在每个引入电源点,外部保护导体或外部保护接地系统的端子连接应使用字母标志 PE (IEC 60445)来标明。

5.3 电源隔离和开关电器

5.3.1 概述

电源隔离和/或开关功能应由下列器件完成:

- 起重机电源开关(见 5.3.5);
- 起重机隔离器(见 5.3.6);
- 起重机开关(见 5.3.7)。

(见图 3)

5.3.2 形式

电源隔离和开关电器应是下列形式之一:

- a) 符合 IEC 60947-3 带或不带熔断器的隔离开关,使用类别 AC-23B 或 DC-23B;
- b) 符合 IEC 60947-3 具有一个辅助触头、带或不带熔断器的隔离器,在任何情况下,辅助触头都使开关电器在隔离器主触头断开之前先切断负载电路;
- c) 符合 GB/T 14048.2 适合于绝缘的断路器;
- d) 任何符合 IEC 产品标准和满足 IEC 60947-1 隔离要求,又在产品标准中定义适合作为电动机负荷开关或其他感应负荷应用类别的开关电器;
- e) 通过软电缆供电的插头/插座组合。

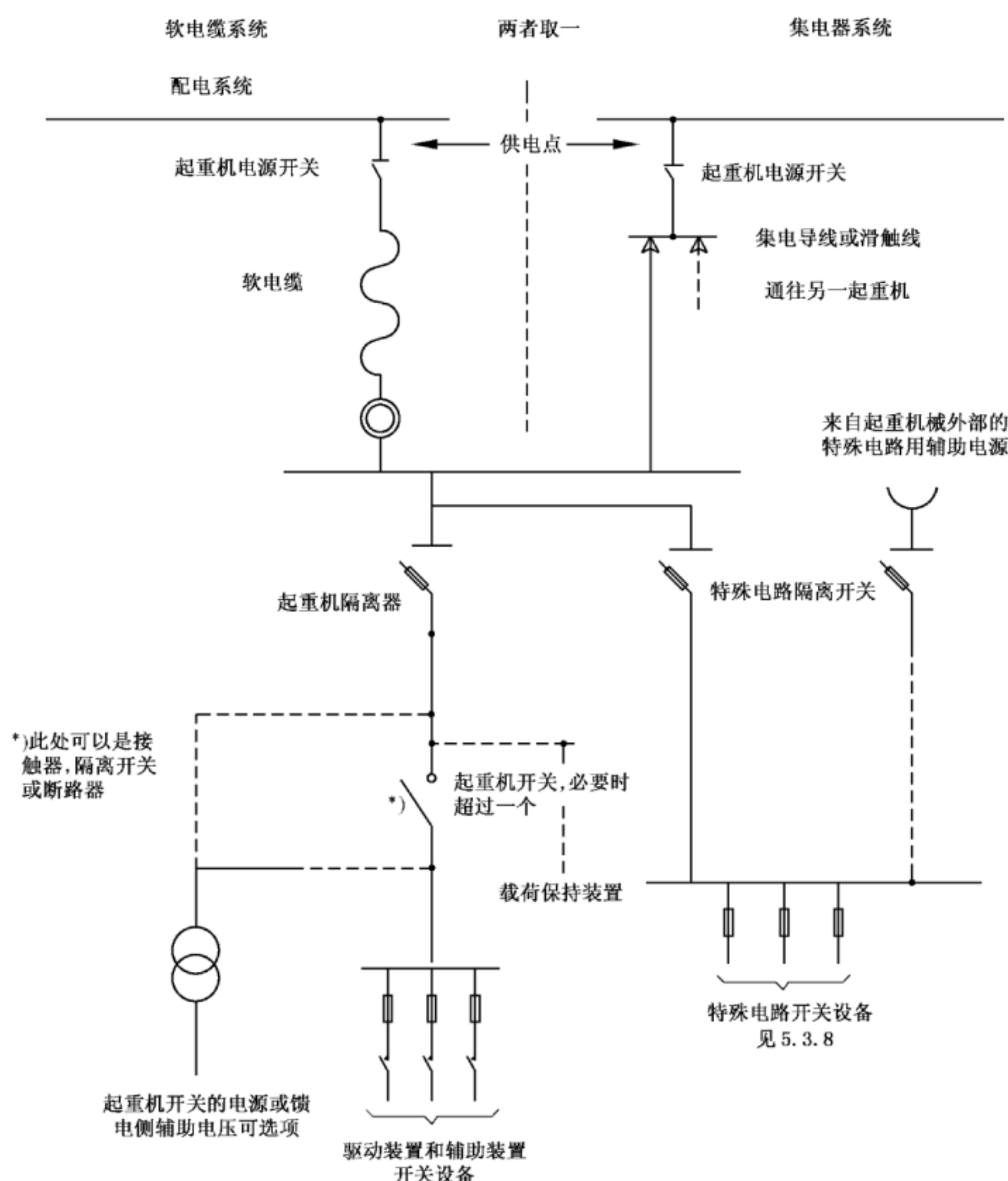


图 3 电源系统示例

5.3.3 技术要求

- 当电源隔离和开关电器采用 5.3.2a)~5.3.2d) 规定的形式之一时,应满足下述全部要求:
- 把电气设备从电源上隔离,有一个“断开”(隔离)和一个“接通”位置。清晰地标记了“O”和“|” [IEC 60417-5008(2002-10)和 IEC 60417-5007(2002-10),见 10.2.2]。
 - 有可见的断开间隙或在所有触头确实断开和绝缘要求满足之后才能指示“断”(隔离)的位置指示器。
 - 有一个外部操作装置(如手柄)(例外,动力操作的开关设备有其他方法断开时,就不需要从外壳外操作)。在外部操作装置不用于紧急操作时,外部操作装置建议用黑色或灰色(见 10.7.4 和 10.8.4)。
 - 在“断开”(隔离)位置上提供能将其锁住的工具(如挂锁)。当锁住时,应防止遥控及在本地使开关闭合。
 - 切断电源电路的所有带电导线。但对于 TN 电源系统,中性导体可以切断也可以不切断。除

非在有些国家中强制要求切断中性导体。

——有足以切断功率最大电动机堵转电流及所有其他电动机和/或负载的正常运行电流总和的分断能力。分断能力计算值可以用一个经过验证的同时系数加以降低。

当电源隔离器件是插头/插座组合时,应满足下列要求:

——有切换能力的或有分断能力的联锁开关电器,要有足以切断功率最大电动机堵转电流及所有其他电动机和/或负载的正常运行电流总和的分断能力。分断能力计算值可以用一个经过验证的差异因数加以降低。当联锁开关电器为电动操作(例如,接触器)时,其应具有与之相适应的使用类别。

——13.4.5 中的要求。

注:符合 IEC 60309-1 要求的插头和插座组合,电缆耦合器或器具耦合器可以满足这些要求。

在电源隔离器件为插头/插座组合的场合,应提供适当使用类别的开关电器用于机械的“通”和“断”。采用上述联锁的开关电器可达到这一要求。

5.3.4 操作装置

电源切断和开关电器的操作装置(例如,手柄)应易于接近,安装在维修平台上方 0.6 m~1.9 m 处,上限值建议为 1.7 m。

注:在 IEC 61310-3 中给出了操作方向要求。

5.3.5 起重机电源开关

注:此条不适用于起重机械设有车载电源而又没有可切换外接电源的起重机械。

5.3.5.1 概述

起重机电源开关应具备:

——为进行修理和维护工作(如在起重机械集电导线上进行维护工作)从引入电源上断开(隔离)连接起重机械的集电导线、滑触线或电缆;

——在需要紧急停止和/或紧急断开时切断电源(见 9.2.5.4)。

在使用两个或多个引入电源时,每个电源都应设有起重机电源开关以及保护联锁装置,以确保正确操作。

5.6 的要求适用于起重机电源开关。

5.3.5.2 形式

起重机电源开关应是 5.3.2 中规定的形式之一。

若起重机械位于建筑工地,则工地配电盘上的装置可用以实现起重机电源开关的功能。5.6 的要求可以通过锁定来达到,不管这种断路装置是否可以直接监视。

5.3.5.3 技术要求

对于单台起重机械,电源开关的分断能力应足以切断功率最大驱动装置在转子堵转条件下的最大电流与其他可能同时运转的各驱动装置标称运行电流之和。

注:如果按照给定的作业条件,在一条公共电源线上有一台以上起重机械,分断电流可采用一个经过验证的同时系数。

如果起重机电源开关按 9.2.5.4.3 作为紧急断开开关,应能在靠近起重机械并易于接近的地方(远程或直接)切断此开关。

只有在紧急断开器件复位后,由紧急断开器件远程断开的起重机电源开关才可能重接。

当几个并联的起重机电源开关向集电导线或滑触线馈电时,它们应装有保护联锁装置以确保正确操作。

当起重机电源开关用于向裸导线或滑触线馈电或者起重机电源开关采用远程控制器时,建议起重机电源开关应尽可能设置在从操作位置能看到导线或滑触线的地方。

上述各项要求也适用于特殊情况,例如:

- 有两路主电源集电导线或滑触线或集电器系统,其中任一路均可用于向起重机械供电;
- 主电源集电导线或滑触线分成隔离段时。

在这些要求不适用的情况下,应采用其他措施提供必要的安全性。

5.3.6 起重机隔离器

5.3.6.1 概述

一台起重机械应装有一个单独的起重机隔离器,以便在修理和维护时能将电气设备隔离,并且在起重机械上进行机械工作期间防止意外启动,但下列情况除外:

- 如果在预定起重机隔离器位置和 5.3.7 中规定的起重机开关之间的布线系统中没有连线和分支,可不必装设起重机隔离器,而由起重机开关起隔离器的作用并满足 5.6 的要求。
- 地面操纵的单台起重机械,当起重机电源开关起隔离器作用时,不要求装设起重机隔离器。

注 1: 地面操纵起重机械是指由悬挂式控制站、固定式遥控控制站或便携式控制站操纵。

- 在可用其他措施使电压降到零并保持为零值的地方(如锁住柴油发电机的燃油供给或起动机构等),不需要起重机隔离器。
- 电源电压大于 1 kV a.c.的起重机械,且起重机械上装有 1 台或多台变压器以获得低压电源时,在每个变压器的二次侧需要设置一个或多个起重机隔离器来隔离各个低压部分(见 5.5)。与每一起重机械隔离器相接的回路应明显可辨,例如通过采用:
 - a) 间隔;
 - b) 遮栏;
 - c) 标记和标签。

注 2: 优先采用只用一个起重机隔离器来隔离起重机械电源。

5.3.6.2 形式

如果已有措施防止无意和未经许可的断开起重机隔离器,则起重机隔离器至少应满足 IEC 60947-3 中对隔离器规定的要求,否则应满足 IEC 60947-3 中对隔离开关规定的要求。起重机隔离器操动器应满足 5.3.4 的要求。

当可拆卸集电器或插头/插座组合执行相同功能时,可以作为起重机隔离器使用。

对于具有可切换电源系统的起重机械,如果电源转换开关具有断电中间档位且满足 5.3.6 的要求,可将电源转换开关用作起重机隔离器。

5.3.6.3 要求

应适当采用 5.4、5.5 和 5.6 的要求。

5.3.7 起重机开关

5.3.7.1 概述

每台起重机械应具有一个或多个可从操作控制站操作的起重机开关,用于紧急停止所有运动驱动装置,必要时用于切断其他设备的电源。

断电时不能继续吸住载荷的载荷保持装置(如电磁铁、气动吸持装置),应从起重机开关的电源侧供电。

例外:紧急停止功能由其他措施实现时,下列情况可以不设起重机开关:

- 只有起升机构是电动的起重机械;
- 小车运行是手动或由 500 W 以下电动机驱动的地面操纵单轨小车运输系统。

5.3.7.2 形式

起重机开关至少应满足 IEC 60947-3 中对开关规定的要求,该要求由 5.3.2a)或 5.3.2c)中规定的器件之一来达到,也可使用按 4.2.2 选择的接触器和使用与隔离器件联合使用的接触器。

5.3.7.3 要求

应适当采用 5.3.3 和 5.3.4 的要求。

5.3.8 特殊电路

修理和维护工作时不予断开的电路视为特殊电路,特殊电路使用一个满足 5.6 要求的专用隔离器(见图 3),从 5.3.6 中规定的起重机隔离器的电源侧供电。

特殊电路可以是如下电路但不仅限于此:

- 插头插座和照明电路;
- 安装在起重机械上的电梯、检修工具及检修起重机用的电路;
- 加热、空调和通风装置电路;
- 履行安全作用装置的电路,如防碰撞装置、航空照明的电气设备电路;
- 火警系统电路;
- 通讯电路、数据传输线路或程序存储器件;
- 仅用于电源故障时自动脱扣的欠压保护电路;
- 联锁控制电路。

特殊电路的设计和安装应做到在对起重机械进行修理和维护工作时不使用裸露的集电导线、滑触线或滑环组件。

特殊电路应由下述方法识别:

- 在起重机隔离器附近设置符合 16.1 要求的永久性警示标志;
- 在维修说明书中相应说明,并提供下列一项或多项内容:
 - a) 在每一个特殊电路附近设置符合 16.1 要求的永久性警示标志;
 - b) 将特殊电路与其他电路分开;
 - c) 用颜色标识导线时,应考虑 13.2.4 推荐的颜色。

5.4 防止意外起动的断开器件

应配备防止意外起动的断开器件(如维修期间机械或机械部件的起动可能发生危险),对于整台起重机械来说,起重机隔离器(见 5.3.6)可满足这一功能要求。当有必要对起重机械的独立部件进行工作时,对每个要求单独断开的部件应配备附加断开器件。

这种器件应适用及使用方便,适于安装,根据功能和用途易于识别。

注 1: 本部分未提出全部防止意外起动的规定。见 ISO 14118(EN 1037)。

应采取措施防止这些器件来自控制器或其他位置的疏忽或错误的闭合(见 5.6)。

注 2: 用于防止误起动的设备的断开位置和设备的驱动的更多信息见 ISO 14118(EN 1037)。

满足隔离功能的下列器件可满足这些要求:

- 在 5.3.2 中所述的器件；
 - 仅限于安装在封闭的电气工作区(见 3.26)的隔离器、可插拔式熔断体或可插拔式连接件。
- 不满足隔离作用的器件(如用控制电路切断的接触器),这种器件仅宜用于下述场合:
- 检查；
 - 调整；
 - 电气设备作业场合：
 - a) 无电击(见第 6 章)和灼伤的危害；
 - b) 整个作业中切断方法保持有效；
 - c) 辅助性作业(如不扰乱现存配线就可更换插入式器件)。

注 3: 选择器件应考虑,例如来自于风险评价的信息,器件的预期使用和预期的错误使用。例如,装在封闭的电气工作区使用的隔离器、可插拔式熔断体或可插拔式连接件由清洁工人[见 17.2b)12)]操作是不恰当的。

5.5 断开电气设备的器件

当电气设备要求断开和隔离时,应配备可断开或隔离电气设备的器件,该器件应满足:

- 对预期使用适当而方便；
- 安装位置合适；
- 易于识别,即用于设备的哪部分或哪个(些)电路。

应提供措施以防止来自控制器或其他位置的断开器件因疏忽或错误的闭合(见 5.6)。

起重机隔离器(见 5.3.6)在某些情况下可以满足切断功能的要求。而有些场合需要由公共滑触线、集电导线或感应电源系统向起重机械电气设备的单独工作部件或向多台起重机械中的一台馈电时,应该为需要隔离开的每个部件或每台机械配备隔离器件。

除起重机隔离器外,满足隔离功能的下列器件可以达到断开的目的:

- 在 5.3.2 所述器件；
- 仅限于安装在电气工作区(见 3.22)的隔离器、可插拔式熔断体或可插拔式连接件,并随电气设备提供相关信息[见 17.2b)9)和 17.2b)12)]。

注: 已提供符合 6.2.2c)电击防护的场合,可插拔式熔断体或可插拔式连接件由熟练技术人员或受过培训的人员使用。

5.6 对未经许可、无意和/或误接通的防护

装在封闭电气工作区外的 5.4 和 5.5 所述器件在其断开位置(或断开状态)应提供安全措施(例如,提供挂锁、陷阱钥匙联锁),这种安全措施应防止遥控及在本地使开关闭合。

装在封闭电气工作区内的非锁住的隔离器件(如可插拔式熔断体或可插拔式连接件),可采用其他防止连接的保护措施(例如,符合 16.1 警示标志)。

但是,按照 5.3.2e)使用插头/插座时,只要其位置处于工作人员即时监督之下,不需要提供断开位置的保护措施。

6 电击的防护

6.1 概述

电气设备应具备在下列情况下保护人员免受电击的功能:

- 直接接触(见 6.2 和 6.4)；
- 间接接触(见 6.3 和 6.4)。

为实现此类防护而推荐的措施列于 6.2、6.3 和 6.4 的 PELV,它们来源于 GB/T 16895.21。若这些

推荐性措施不适用,例如由于物理环境或运行条件,可采用 GB/T 16895.21 规定的其他措施。

注:在 GB/T 16895.21—2011 中使用术语“基本保护”和“故障保护”替代本部分中使用的术语“直接接触防护”和“间接接触防护”。

6.2 直接接触的防护

6.2.1 概述

电气设备的每个电路或部件,都应采取 6.2.2 或者 6.2.3 和所规定的措施,并在必要时采取 6.2.4 规定的措施。

例外:若这些防护措施不适用,可采用 GB/T 16895.21 中规定的其他直接接触防护措施(如:使用遮栏、置于伸臂范围以外的防护、使用阻挡物、采用防止接近的结构和安装技术)(见 6.2.5 与 6.2.6)。

当电气设备安装在对所有人员(包括儿童)都开放的地点时,应采用 6.2.3 或 6.2.2 中的防护措施,其直接接触的防护等级应至少为 IP4X 或 IPXXD(见 IEC 60529)。

6.2.2 采用外壳进行防护

带电部分应安装在符合第 4 章、第 11 章和第 14 章有关技术要求,且直接接触防护等级不低于 IP2X 或 IPXXB(见 IEC 60529)的外壳内。

如果壳体上表面是易于接近的,则上表面直接接触的最低防护等级应为 IP4X 或 IPXXD。

只有在下列的一种条件下才允许开启外壳(即开启门、罩、盖板及类似件):

- a) 必须使用钥匙或工具。对于封闭电气工作区要求(如适用)见 GB/T 16895.21 或 IEC 60439-1。

注 1: 钥匙或工具的使用仅限于熟练技术人员或受过培训的人员 [见 17.2b)12)]。

当设备需要带电对电器重新整定或调整时,可能触及的所有带电部件,其防止直接接触的防护等级应至少为 IP2X 或 IPXXB。门内的其他带电部件防止直接接触的防护等级应至少为 IP1X 或 IPXXA。

- b) 开启外壳之前先切断其内部的带电部件。这个技术要求可由门与隔离器件(如起重机隔离器)的联锁机构来实现,使得只有在隔离器件断开后才能开门,以及将门关闭后才能接通隔离器件。

例外:下列情况可用供方规定的专门器件或工具解除联锁:

- 当解除联锁时,不论什么时候都能断开隔离器件并在断开位置锁住隔离器件或其他防止未经允许闭合隔离器件;
- 当关上门时,联锁功能自动恢复;
- 当设备需要带电对电器重新调整或整定时,可能触及的所有带电部件,其防止直接接触的防护等级至少为 IP2X 或 IPXXB,以及门内其他带电部件防止直接接触的防护等级至少为 IP1X 或 IPXXA;
- 随电气设备提供相关信息[(见 17.2b)9)和 17.2b)12)]。

注 2: 专门器件或工具的使用仅限于熟练技术人员或受过培训的人员[见 17.2b)12)]。

电柜背后门未与隔离器件直接联锁时,应提供措施仅限于熟练技术人员或受过培训的人员[见 17.2b)12)]接近带电体。

应对隔离器件断开后仍然带电的所有部件进行直接接触防护,其防护等级至少为 IP2X 或 IPXXB(见 IEC 60529)。这些部分应按 16.2.1 规定标明警示标志(按颜色识别导线见 13.2.4)。

以下情况可不作标记:

- 仅由于连接到联锁电路而可能带电的部件以及按照 13.2.4 用颜色识别可能带电的部件;
 - 单独安装在独立外壳中的起重机电源开关和起重机隔离器的电源端子。
- c) 只有当所有带电部件直接接触的防护等级至少为 IP2X 或 IPXXB 时(见 IEC 60529),才允许不用钥匙或工具和不断开带电部件去开启外壳。用遮栏提供这种防护时,应要求使用工具才

能拆除遮栏,或拆除遮栏时所有被防护的带电部件能自动断电。

注 3: 在防止直接接触的防护措施达到 6.2.2c) 要求,以及手动操动器件(例如,手动闭合接触器或继电器)可能导致危险的场合,这种操动方式应提供需要工具才能拆除遮栏或阻挡物的防护措施。

6.2.3 采用带电部分绝缘层进行防护

用绝缘层保护的带电部分应用绝缘层完全覆盖住,只有用破坏性办法才能去掉绝缘层。在正常工作条件下绝缘层应能经得住可能遇到的机械的、化学的、电气的及热的应力作用。

注: 油漆、清漆、喷漆及类似产品通常不适于单独用作防护正常工作条件下的电击。

6.2.4 对剩余电压的防护

剩余电压高于 60 V 的带电部分都应在电源切断后的 5 s 之内放电到 60 V 或 60 V 以下,只要此放电速率不妨碍电气设备的正常功能。元件储容量不大于 60 μC 时可免除此要求。如果此放电速率会干扰电气设备的正常功能,应在显见位置或在装有电容的外壳临近处作提醒注意危害的耐久性警示标志,并说明在打开外壳之前必要的延时。

对拔出后会裸露出导电部分(如插针)的插头或类似器件,放电时间不应超过 1 s,否则这些导电部分应加以防护,直接接触的防护等级至少为 IP2X 或 IPXXB。如果 1 s 的放电时间和至少为 IP2X 或 IPXXB 的防护等级都达不到(如集电导线上的可拆集电器、滑触线或滑环组件,见 12.7.4),应采用附加断开器件或适当的警示装置(例如符合 16.1 要求的警示标志)。

注: 这些要求适用于例如用于功率因素调整和过滤功能的电容器以及用于调速驱动的直流母线中的电容器。

6.2.5 采用遮栏进行防护

采用遮栏进行防护,见 GB/T 16895.21—2011 中 A.2。

6.2.6 置于伸臂范围之外的防护或用阻挡物的防护

置于伸臂范围之外的防护,见 GB/T 16895.21—2011 中 B.3。用阻挡物的防护,见 GB/T 16895.21—2011 中 B.2。

对于防护等级低于 IP2X 的集电导线系统或滑触线系统,见 12.7.1。

6.3 间接接触的防护

6.3.1 概述

间接接触的防护用来防止带电部分与外露可导电部分之间绝缘失效时所产生的危险情况。

对于电气设备的每个电路或部件,至少应采用 6.3.2~6.3.3 规定的措施之一:

——防止出现危险接触电压(6.3.2);

——触及接触电压可能造成危险之前自动切断电源(6.3.3)。

注 1: 由接触电压引起有害的生理效应的风险取决于接触电压及可能暴露的持续时间。

注 2: 设备和保护措施的分类见 IEC 61140。

6.3.2 防止出现接触电压的措施

6.3.2.1 概述

防止出现危险接触电压的措施如下:

——采用 II 类电气设备或等效绝缘;

——电气隔离。

6.3.2.2 采用Ⅱ类设备或等效的绝缘的防护

这种措施用来防止由于基本绝缘失效而出现在易接近部件上的接触电压。

这种防护应用下述一种或多种措施来实现：

- 采用Ⅱ类电气设备或器件(双重绝缘、加强绝缘或符合 IEC 61140 的等效绝缘)；
- 采用符合 IEC 60439-1 规定的具有完整绝缘的成套开关设备和控制设备组合；
- 采用符合 GB/T 16895.21—2011 中 412 规定的附加绝缘或加强的绝缘。

6.3.2.3 采用电气隔离作防护

单一电路的电气隔离,用来防止该电路的带电部分基本绝缘失效时的接触电压在触及外露可导部分而引起的电击电流。

这种防护形式应符合 GB/T 16895.21—2011 中 C.3 和 413 的要求。

6.3.3 采用自动切断电源进行防护

在故障情况下这种措施是经保护器件自动操作切断一路或多路相线。切断应在极短时间内完成,以限制接触电压,使其在持续时间内没有危险。附录 A 给出了切断时间。

这种措施需协调以下几方面要求：

- 电源接地系统形式；
- 不同地基的保护联结系统的接地阻抗值；
- 检测绝缘故障保护期间的特性。

出现绝缘故障后,受其影响的任何电路的电源自动切断,为了防止来自接触电压引起的危险情况。

这种措施包括以下两方面：

- 外露可导电部分的保护联结(见 8.2.3)；
- 下列任一种方法：
 - a) 在 TN 系统中,检测到绝缘故障时过电流保护器件自动切断电源；
 - b) 在 TT 系统中,检测到带电部分对外露可导电部分或对地的绝缘故障时,引发剩余电流保护器件自动切断电源；
 - c) 采用绝缘检测或剩余电流保护器件引发 IT 系统自动断开。除外:除非设置的保护器件在首次接地故障情况下切断电源,否则应提供绝缘监测器件,以指示来自带电部分对外露可导电部分或对地发生的首次故障。这种绝缘监测器件应引发听觉的和/或视觉的信号,随故障持续而连续。

配有按照 a)要求的自动切断,而不能确保在 A.1 规定的时间内切断的场合,应提供满足 A.3 要求所必须的辅助联结。

6.4 采用 PELV 的防护

6.4.1 一般要求

采用 PELV(保护特低电压)是为了保护人身免受间接接触的电击和有限面积直接接触的电击(见 8.2.5)。

PELV 电路应满足下列全部条件：

- a) 标称电压应不超过：
 - 当设备通常用于干燥地带及带电部分与人体无大面积接触时,为 25 V 交流方均根值或 60 V 直流无纹波值；
 - 其他情况下为 6 V 交流方均根值或 15 V 直流无纹波值。

注：无纹波一般定义为一个正弦纹波电压，其纹波含量不超过 10% 方均根值。

- b) 电路的一端或该电路电源的一点应连接到保护联结电路上。
- c) PELV 电路的带电部分应与其他通电电路电气隔离。电气隔离应不低于安全隔离变压器的初级和次级电路之间的要求(见 IEC 61558-1 和 IEC 61558-2-6)。
- d) 每条 PELV 电路的导线均应与其他任何电路的导线相隔离。当此要求不能满足时，应满足 13.1.3 的绝缘要求。
- e) PELV 电路用插头和插座应遵守下列要求：
 - 1) 插头应不能插入其他电压系统的插座内；
 - 2) 插座应不接受其他电压系统的插头。

6.4.2 PELV 电源

PELV 电源应是下列形式之一：

- 符合 IEC 61558-1 和 IEC 61558-2-6 要求的安全隔离变压器；
- 安全等级等效于安全隔离变压器的电源(如带有等效绝缘绕组的电动发电机)；
- 电化学电源(如电池)或其他与较高电压电路无关的电源(如柴油发电机)；
- 符合相应标准的电子电源，这些标准规定所采取的措施应确保即使在内部故障情况下输出端子的电压仍不会超过 6.4.1 中的规定值。

7 电气设备的保护

7.1 概述

本章详述了为防止电气设备受到下述情况影响而需采取的措施：

- 由短路引起的过电流；
- 过载电流；
- 异常温度；
- 失压或欠电压；
- 电动机超速；
- 接地故障；
- 相序错误；
- 由于雷电和开关浪涌而引起的过电压。

如果这些异常情况中的一种引起保护器件动作而造成运动驱动电机停止运转，则应防止自行重新启动。

注：该要求可借助于下述示例中的装置来满足：

- 只在所有操作控制器件均处于断开位置时才能接通的起重机开关；
- 自动返回到断开位置的操作控制器件。

如果仅是起重机械的一部分或一组协同工作的起重机械的一部分受到保护器件动作的保护，则该动作应使相应的控制系统作出响应以确保协调一致(见 9.3.4)。

7.2 过电流保护

7.2.1 概述

起重机械电路中的电流如果超过任一元件的额定值或导线的载流能力，则应按较小值提供过电流保护。使用的额定值或整定值在 7.2.10 中详述。

7.2.2 电源线

除非用户另有要求(参见附录 B),否则电气设备供方不负责向电气设备电源线提供过电流保护器件。

电气设备供方应在安装图上说明选择过电流保护器件的必要数据(见 7.2.10 和 17.4)。

7.2.3 动力电路

每根带电导线应装设按 7.2.10 选择的过电流检测和过电流断开器件。

下列导线,如适用,在所有关联的带电导线未切断之前不应断开:

- 交流动力电路的中性导体;
- 直流动力电路的接地导体;
- 连接到活动机器的外露可导电部分的直流动力导线。

如果中性导体的截面积至少等于或等效于有关相线,则在中性导体上不必设置过电流检测和隔离器件。对于截面积小于相应相线的中性导体,应采取 IEC 60364-5-52 中 524 所述的保护措施。

在 IT 系统中,建议不采用中性导体。然而,如果采用中性导体时,应采取 IEC 60364-4-43 中 431.2.2 所述的保护措施。

7.2.4 控制电路

直接连接电源电压的控制电路和由控制电路变压器供电的电路,其导线应按照 7.2.3 配置过电流保护。

由控制电路变压器或直流电源供电的控制电路导线应提供防止过电流保护措施(见 9.4.3.1):

- 在控制电路连接到保护联结电路场合,在设有开关的导线上插接过电流保护器件;
- 在控制电路未连接到保护联结电路场合:
 - a) 当所有的控制电路中采用相同截面积导线时,在设有开关的导线上插接过电流保护器件;
 - b) 当不同的分支控制电路采用不同截面积导线时,在设有开关的导线和各分支电路的公共导线都应插接过电流保护器件。

7.2.5 插座及其有关导线

主要用来给维修设备供电的通用插座,其馈电电路应有过电流保护。这些插座的每个馈电电路的未接地带电导线上均应设置过电流保护器件。

7.2.6 照明电路

供给照明电路的所有未接地导线,应使用过电流保护器件防止短路,并与防护其他电路的保护器件分开。

7.2.7 变压器

变压器应按照制造厂说明书设置过电流保护。这种保护应(见 7.2.10):

- 避免变压器合闸电流引起误跳闸;
- 避免受二次侧短路的影响使绕组温升超过变压器绝缘等级允许的温升值。

7.2.8 过电流保护器件的设置

过电流保护器件应安装在导线截面积减小或导线载流容量减小处。满足下列条件的场合除外:

- 导线载流量不小于负载所需容量;

- 导线载流容量减小处与连接过电流保护器件处之间的导线长度不大于 3 m；
- 采用减小短路可能性的方法安装导线，例如，利用外壳或管道保护避免机械损伤，或用其他合适的方法保护。

7.2.9 过电流保护器件

额定短路分断能力应不小于保护器件安装处的预期故障电流。若流经过电流保护器件的短路电流除了来自电源的电流还包括附加电流(如来自电动机、功率因数补偿电容器)，这些电流均应考虑进去。

如果在电源侧已设有保护器件(如电源线过电流保护器件见 7.2.2)，且具有必要的分断能力，则负载侧允许选用较低分断能力的保护器件。此时，两套器件的特性应相互协调，以便经过两套串接器件的能量(I^2t)不超过其耐受值，因而不会损伤负载侧过电流保护器件和由其保护的导线(见 GB/T 14048.2—2008 中附录 A)。

注：采用这种协调布置的过电流保护器件可能导致两个过电流保护器件都工作。

如果采用熔断器作为过电流保护器件，应选取用户所在地区容易买到的类型，或为用户安排备件的供应。

7.2.10 过电流保护器件的额定值和整定值

熔断器的额定电流或其他过电流保护器件的整定电流应选择得尽可能小，但应满足预期的过电流通过(如在电动机起动或变压器合闸期间)。当选择这些保护器件时应考虑到控制开关器件由于过电流引起损坏的保护问题(如控制开关电器触头的熔焊)。

过电流保护器件的额定电流或整定电流取决于受该器件保护的导线的载流能力，该保护导体应符合 12.4、附录 C.2 和最大允许中断时间 t (按照 C.3 的要求)。应考虑到与保护电路中其他电气器件协调的要求。

多电机驱动的情况下，在供电系统中过电流保护在短路的情况不一定能保护每一条分支电缆，应考虑辅助保护措施或按最大短路电流选择分支电缆。

7.3 电动机的过热保护

7.3.1 综述

额定功率超过 2 kW 的电动机应配备电动机过热保护。

例外：在工作中不允许自动切断电动机运转的场合(如载荷保持装置)，这种检测方式应发出报警信号，使操作者能够响应。

电动机过热保护可以由以下方式实现：

- 过载保护(7.3.2)；

注 1：过载保护器件检测电路负载超过额定满载值时电路中时间和电流间的关系(I^2t)，并引发适当的控制响应。

- 超温度保护(7.3.3)；

注 2：温度检测器件可检测温度过高并引发适当的控制响应。

- 限流保护(7.3.4)。

应防止过热保护后任何电动机自行重新起动，以免引起危险情况，损坏机械或破坏工作流程。

7.3.2 电动机的过载保护

在提供过载保护的场合，除中性导体外每条带电导线都应提供过载检测。然而，在电缆过载保护(见 C.2)未采用电动机过载检测的场合，过载检测器件的数量可按用户要求减少(参见附录 B)。对单相或直流电动机，检测器件只允许接在未接地带电导线中。

若过载保护是用切断电路的办法实现，则开关电器应断开所有带电导线。中性导体除外。

对于要求频繁起动、制动的特殊工作制电动机(如用于快速移动、锁紧、快速反转、灵敏钻孔、堵转和微调的电动机),由于保护器件与被保护绕组的时间常数差异较大,配置过载保护可能是困难的。有必要采用为特殊工作制电动机或超温度保护(见 7.3.3)专门设计的保护器件。

对于不会出现过载的电动机(例如,由机械过载保护器件保护或有足够容量的力矩电动机和运动驱动器)不要求过载保护。

7.3.3 超温度保护

在可能影响冷却效果的环境中,建议采用带超温度保护的电动机(见 IEC 60034-11)。根据电动机的类型,如果在转子失速或缺相条件下超温度保护不总起作用,则应提供附加保护措施。

在可能存在超温度场合(例如,散热不好),对于不会出现过载的电动机(如:由机械过载保护器件保护或有足够容量的力矩电动机和运动驱动器)也建议设置超温度保护。

注:冷却效果有可能会受影响,例如,灰尘环境和电机风机的低速运转。

7.3.4 限流保护

在三相电动机中用电流限制方法达到防止过热的场合,电流限制器件的数量可从 3 个减小到 2 个(见 7.3.2)。对于单相交流电动机或直流电机,至少应在未接地带电导线中使用电流限制器件。

7.4 异常温度的保护

正常运行中可能达到异常温度以致会引起危险情况的发热电阻或其他电路(例如,由于短期工作制或冷却介质不良),应提供恰当的检测,以引发适当的控制响应。

7.5 对电源中断或电压下降随后恢复的保护

电源中断或电压下降会引起危险情况时,例如损坏起重机械或吊装物,则应在预定的电压值下提供欠压保护(如断开起重机械电源和/或闭合机械制动器)。

注:根据危险评价,手动控制的起重机械可不用欠压保护。

若起重机械的运行允许电压短时中断或下降,则可配置带延时的欠压保护器件。欠压保护器件的工作不应妨碍起重机械的任何停车控制的操作。

应防止电压恢复或电源接通后机械自行重新起动,以免引起危险情况。

如果仅是机械的一部分或以协作方式同时工作的一组机械的一部分受电压下降或电源中断的影响,则欠压保护应激发适当的控制响应。

7.6 电动机的超速保护

对可能发生超速并可能引起危险的情况,则应按 9.2.5.5 和 9.3.2 所考虑到的措施提供超速保护。超速保护应激发适当的控制响应,并应防止自行重新起动。

超速保护的运行方式应使电动机的机械速度限值或其负载的速度限值不被超过。

注 1:例如,该保护可由离心式开关、限速监测器或置于驱动系统内部的速度检测构成。

注 2:例如,在装有直流电动机或变频驱动的起升机构上就有可能出现不允许的高速。

7.7 接地故障/剩余电流的保护

除了按 6.3 的规定提供自动切断电源的过电流保护外,还可以提供接地故障/剩余电流保护,用于减小由于接地故障电流小于过电流保护的检测值而引起的对电气设备的损害。

只要满足电气设备的正常运行,这些保护器件的整定值应尽可能小。

7.8 相序的保护

如果电源相序错误会引起危险情况或损坏起重机械,则应提供相序保护。

注:可引起相序错误的使用条件包括:

- 起重机械从一个电源转换到另一个电源;
- 流动式起重机带有连接外接电源的设备。

带有辅助电源连接装置(如修理用)或可换切电源(如紧急情况下)的起重机械应具有相序保护器件以确保电动机的正确旋转。

7.9 雷电和开关浪涌的防护

可以装设保护器件对由雷电或开关浪涌引起的过电压提供保护。

装设位置:

- 抑制由雷电引起过电压的保护器件应连接到起重机电源开关和/或起重机隔离器的引入端。
- 抑制由开关浪涌产生过电压的保护器件应跨接到所有需要这种保护的设备的端子上。

在危险评价有要求的地方,室外起重机应设置雷电保护装置,包括:

a) 接闪器装置

如果起重机的结构具备此功能,没必要安装单独的接闪器。

b) 引下线装置

所有铰接点和其他活动连接处经由接地导线短接的起重机结构,可以用作引下线。

c) 接地装置

接地端可包括接到起重机轨道上的接地集电器。

注 1: 危险评价和雷电保护装置指导在 IEC 62305 系列标准中给出。

注 2: 可能会有国家防雷要求的标准。

8 等电位联结

8.1 概述

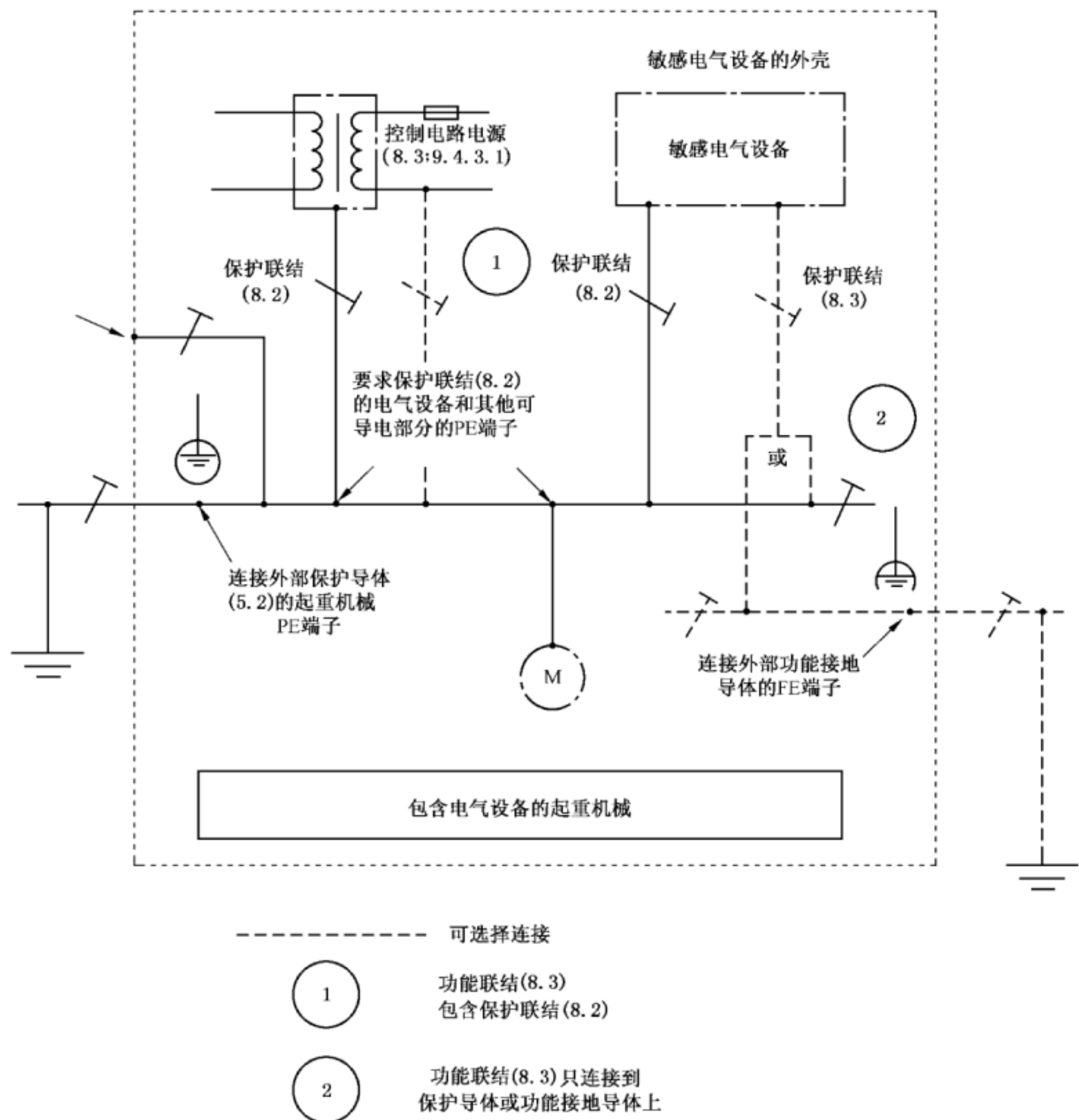
本章提出保护联结和功能联结两者的要求。图 4 说明这些概念。

保护联结是为了保护人员防止来自间接接触的电击,是故障防护的基本措施(见 6.3.3 和 8.2)。

功能联结(见 8.3)的目的是为尽量减小:

- 绝缘失效可能影响起重机械的工作;
- 敏感电气设备受电骚扰而影响机械运行的后果。

通常的功能联结可由连接到保护联结电路来实现,对于电气设备的适当功能,而对保护联结电路的电骚扰水平不是足够低的场合,有必要将功能联结电路连接到单独的功能接地导体上(见图 4)。



注：“功能接地导体”原先叫做“无噪声接地导线”和“FE”端子原先称为“TE”(见 IEC 60445)。

图 4 起重机械电气设备等电位联结示例

8.2 保护联结电路

8.2.1 概述

保护联结电路由下列部分组成：

- PE 端子(见 5.2)；
- 电气设备和起重机械的导电结构件；
- 起重机械设备上的保护导体,包括作为电路部分的滑动触头。

对具有车载电源的流动式起重机,其保护电路、外露可导电部分和外界可导电部分均应连接到保护接地端子以对电击提供防护。

注：当电能的供给是装在设备的固定、活动或可拆件内的车载电源,且没有外部连接电源时(如不连接车载电池充电器时),不需要将这些设备接到外部保护导体上。

保护联结电路所有部分应设计成能够承受保护联结电路中可能流过的接地故障电流所造成的最高热应力和机械应力。

电气设备或起重机械的结构件的电导率小于连接到外露可导电部分最小保护导体的电导率的场合,应设辅助的联结导线。辅助联结导线的截面积不应小于其相对应保护导体的一半。

如果采用 IT 配电系统,起重机械的结构应作为保护联结电路的一部分,并设置绝缘监控。见 6.3.3c)。

符合 6.3.2.2 要求的设备的可导电结构件不必连接到保护联结电路上。按 6.3.2.2 要求设置的所有设备,构成起重机械机构的外界可导电部分不必连接到保护联结电路上。

符合 6.3.2.3 要求的设备的外露可导电部分不应连接到保护联结电路上。

8.2.2 保护导体

保护导体应按 13.2.2 做出标记。

应采用铜导线。在使用非铜质导线的场合,其单位长度电阻不应超过允许的铜导线单位长度电阻,并且它的截面积应不小于 16 mm^2 。

保护导体截面积应按下列标准的技术要求来决定:

——IEC 60364-5-54 中 543;

——IEC 60439-1 中 7.4.3.1.7,如适用。

与设备相连的相线的截面积与有关保护导体的截面积的对应关系若符合表 1 的规定,大多数情况下都能满足这个要求。

8.2.3 保护联结电路的连续性

所有外露可导电部分都应按 8.2.1 要求连接到保护联结电路上。

例外:见 8.2.5。

若由于任何原因(如日常维护)拆掉一部分时,则不应使余留部分的保护联结电路连续性中断。

连接件和连接点的设计应确保不受机械、化学或电化学的作用而削弱其导电能力。当外壳和导体采用铝材或铝合金材料时,应特别考虑电蚀问题。

金属软管、硬管和电缆金属护套不应用作保护导体。然而,这些金属管道和所有连接电缆的金属护套(如电缆铠甲、铅护套)均应连接到保护联结电路上。

电气设备安装罩、门或盖板上时,应确保其保护联结电路的连续性,并建议采用保护导体(见 8.2.2)。否则在设计上应采用具有低电阻的紧固件、铰链或滑动触头(见 18.2.2,试验 1)。

有裸露危险的电缆(如拖曳软电缆)应采取适当措施(如监测)确保电缆中保护导体的连续性。

对于采用集电导线、滑触线和滑环组件的保护导体的连续性的要求见 12.7.2。

起重机械的钢轨可连接到保护联结电路上。但是,它们不能取代从电源到起重机械的保护导体(如电缆、集电导线或滑触线)。

准备用于不同场合的起重机械(如可移动式起重机械)电气设备的设计应满足本部分中对所有预期电源接地系统的要求。当采用 IT 或 TT 系统时,起重机械的保护联结电路应连接到现场的接地系统上。

8.2.4 禁止将开关电器接入保护联结电路

保护联结电路中不应接有开关电器、过电流保护器件(如开关、熔断器)。

不应设置中断保护联结导线的手段。

例外:

——试验或测量用的连接线,装在封闭电气工作区内,没有工具不能被断开;

——当保护联结电路的连续性可能被可移动式集电器或插头/插座组合断开时,保护联结电路应被一个首先接通最后断开的触头中断。该条规定也适用于可移动的或可插拔的插入式器件(见 13.4.5)。

8.2.5 不必连接到保护联结电路上的零件

有些零件安装后不会构成危险,那么就不必把它的外露可导电部分连接到保护联结电路上,因为:

- 这些零件不能大面积触摸到或不能用手握住和尺寸很小(约小于 50 mm×50 mm);或
- 这些零件的位置使得既不大可能接触带电部分,绝缘也不易失效。

这适用于螺钉、铆钉和标牌等小零件,以及装在电控柜内的与尺寸大小无关的零件(如接触器或继电器的电磁铁、器件的机械部分)。

注:更多信息见 GB/T 16895.21—2011 中 410.3.9。

8.2.6 保护导体的连接点

所有保护导体应按 13.1.1 进行端子连接。保护导体的连接点不应有其他功能,且不应用于例如系到或连接到器具或零件上。

每个保护导体连接点都应有标记或标签,采用 IEC 60417-5019(2002-10)中的符号。



或用 PE 字母,图形符号优先,或用黄/绿双色组合,或这些的任一组合进行标记。

当带有车载电源的流动式起重机也能接到外部引入电源时,保护联结端子应作为外部保护导体的连接点。

8.2.7 电气设备对地泄漏电流大于 10 mA a.c.或 d.c.的附加保护联结要求

注 1: 对地泄漏电流定义为“在绝缘缺失的故障情况下,从装置的带电部分流入地的电流”(IEV 442-01-24)。这种电流可以有电容成分,包括有意使用电容产生的电流。

注 2: 大多数符合 IEC 61800 相关部分要求的调速电气传动系统,其对地泄漏电流大于 3.5 mAa.c.。调速电气传动系统对地泄漏电流的测定,按 IEC 61800-5-1 中型式试验规定的接触电流测量方法要求进行。

当电气设备(如可调速电气传动系统和信息技术设备)的对地泄漏电流大于 10 mAa.c.或 d.c.时,在任一引入电源处有关保护联结电路应满足下列一项或多项要求。

- a) 保护导体应当是电源电缆或封闭母线系统的一部分,且保护导体全长的截面积应至少为 1.5 mm²(铜质)。
- b) 保护导体全长的截面积应不小于 10 mm²(铜质)或 16 mm²(铝质)。
- c) 当保护导体的截面积小于 10 mm²(铜质)或 16 mm²(铝质)时,应敷设第二根保护导体,其截面积不应小于第一根保护导体的截面积,第二根保护导体应一直敷设到截面积大于等于 10 mm²(铜质)或 16 mm²(铝质)的保护导体处。

注 3: 这可能要求为用电气设备的第二根保护导体设置单独的接线端子。

- d) 在保护导体连续性损失的情况下,电源自动断开。

为防止产生电磁骚扰问题,4.2.2 有关要求也适用于设双重保护导体的设备。

另外,在 PE 端子附近,需要时,临近电气设备标牌的地方应设警示标志。按 17.2b)1)要求提供的信息应包括泄漏电流和外部保护导体的最小截面积。

8.3 功能联结

防止因绝缘失效而引起的非正常运行,可按 9.4.3.1 要求连接到共用导线。

有关功能联结的建议是为了避免因电磁骚扰而引起的非正常运行,见 4.4.2.。

8.4 限制大泄漏电流影响的措施

限制大泄漏电流的影响,可用有独立绕组的专用电源变压器对大泄漏电流设备供电来实现。当变压器用于此目的时,保护联结电路应与设备的外露可导电部分相连,此外,还要和变压器的二次绕组相连。设备与变压器二次绕组间的保护导体应满足 8.2.7 所列的一项或多项要求。

9 控制电路和控制功能

9.1 控制电路

注:不适用于手持直接控制器件(见 3.36)。

9.1.1 控制电路电源

当控制电路由交流电源供电时,控制电路电源应由变压器供电。这些变压器应有独立的绕组。如果使用几个变压器,建议这些变压器的绕组应连接起来以使二次电压同相位。

如果取自交流电源的直流控制电路连接到保护联结电路(见 8.2.1),它们应由交流控制电路变压器的一个单独的绕组供电或由另外的控制电路变压器供电。

注 1:符合 IEC 61558-2-17 要求的带有独立绕组变压器的开关型单元满足这一要求。

采用单一电动机起动器和不超过两只控制器件的机械,不强制使用变压器。

注 2:这种例外情况适用于如仅带有一台起升电机具有上下两个运动方向和上限位的小型起重机械。为进行试验和/或维护,带有一台以上电气驱动装置的起重机械,宜配置能单独给其驱动控制电路供电而不给其动力电路供电的装置。

9.1.2 控制电路电压

控制电压标称值应与控制电路的正常运行协调一致。当用变压器供电时,控制电路的标称电压不应超过 277 V。

9.1.3 保护

控制电路应按 7.2.4 和 7.2.10 提供过电流保护。

9.2 控制功能

注 1:ISO 12100-2:2003、GB/T 16855.1—2008、ISO 13849-2:2003 和 IEC 62061 中给出了控制功能(包括那些由可编程电子系统实现)有关安全方面的信息,也可见 9.4。

注 2:本条款未对用于执行控制功能的设备要求作出规定。这种要求的示例见第 10 章。

9.2.1 起动功能

起动功能应通过给有关电路通电来实现(见 9.2.5.2)。

9.2.2 停止功能

有下列 3 种类别的停止功能:

- 0 类:用立即切除起重机械执行机构动力的方法停车(即不可控停止;见 3.69);
- 1 类:起重机械执行机构停车过程中留有动力,停车后切除动力的可控停止(见 3.12);
- 2 类:起重机械执行机构停车过程中和停车后都保留动力的可控停止。

当使用停止功能作为安全相关的控制功能时,应提供措施防止不允许的控制偏差(见 9.4.4),(例

如,使用根据 GB/T 12668.502 提供相应安全控制功能的驱动系统)。

9.2.3 工作方式

每台起重机械可能有一种或多种工作方式,这取决于起重机械的类型及其用途。

当选择某一种工作方式能导致危险时,应采取适当的措施(如钥匙操作开关,访问码)来防止未授权和/或无意地选择。

工作方式选择本身不应造成起重机械自行起动。起动控制应单独操作。

对于每个规定的工作方式,应执行有关安全功能和/或安全防护措施。

应对已选定的工作方式提供显示(如工作方式选择器的位置、指示灯的装设、显示器指示)。

9.2.4 安全防护的暂停

在设置、试验和维修过程中如果需要暂停安全功能和/或安全防护措施,这些措施设计时应考虑可预见的错误使用[见 ISO 12100-1 中 5.3c)]。

在安全功能或保护措施的暂停期间,由以下措施确保防护:

——其他所有工作(控制)方式都不能使用;

——可能包括下列一条或多条其他措施(见 ISO 12100-2:2003 中 4.11.9):

- 利用“保持—运转”器件或类似的控制器件开动运转。
- 一种带急停器件及在适当时带使能器件的便携式控制站。若采用便携式控制站,则只能从此站开动运转。
- 一种符合 9.2.7.3 要求的带引发停止功能装置及在适当时带使能器件的无线式控制站。若采用无线式控制站,则只能从此站开动运转。
- 限制运动速度或功率。
- 限制运动范围。

可以在具体的产品标准中定义特殊安全功能暂停的附加要求和限制。例如,过载保护的暂停即使是在设置、试验和维修活动中也可被禁止,以防特殊起重机械出现稳定问题。

9.2.5 操作

9.2.5.1 概述

应为安全操作提供必要的安全功能和/或保护装置(如联锁,见 9.3)。

起重机械意外停车(如由于制动状态、电源故障、更换电池、无线控制信号丢失)后,应采取措施防止机械运动。

手动控制起重机械应当用保持—运转控制或两位置使能器件(见 10.9)来启动;这个要求不适用于不可能有危险情况发生的带有超行程限位装置的司机室操纵的起重机械。

对于采用多个操作控制站控制同一驱动机构的一台起重机械,(如司机室操纵和地面操纵),在任何给定时间内只允许一个操作控制站工作。紧急停止见 9.2.5.4.2 和 10.7。应装有显示操作控制站工作状态的装置。

9.2.5.2 起动

只有在相关安全功能和/或保护装置全部就位并起作用后才能开始运转,但 9.2.4 叙述的情况除外。

有些机械上的安全功能和/或保护装置不适合某些操作(如特殊的运动),这类操作的手动控制应采用保持—运转控制,如适用,与使能装置一起使用。

应设置恰当的联锁以确保正确的起动顺序。

在机械要求使用多个控制站操作起动时,每个控制站应有独立的手动操作的起动控制器件。操作起动应满足如下条件:

- 应满足起重机械运行的所有工况;
- 所有起动控制器件应处于释放(断开)位置;
- 所有起动控制器件应联合引发(见 3.7)。

9.2.5.3 停止

当需明确风险评价与起重机械的功能要求(见 4.1)时,应提供 0 类和/或 1 类和/或 2 类停止。见 9.4.1 和 9.4.4。

注:当电源切断和开关器件(见 5.3)操作时属于 0 类停止。

停止功能应优先于有关的起动功能(见 9.2.5.5)。

在需要的场合,应提供连接保护器件和联锁的装置。如果这种保护器件或联锁会引起起重机械停止,则有必要将这种状态以信号形式传给控制系统的逻辑单元。停止功能的复位不应引发任何危险情况。

可能被重力和其他外力(例如,风力)影响的运动,保持运动停止不应由驱动装置完成,而应由不依靠电源的装置完成(例如,通过机械制动器)。见 9.3.4, 9.4.3.2 和 14.7。

9.2.5.4 紧急操作(紧急停止、紧急断开)

9.2.5.4.1 概述

本部分对附录 E 中列出的紧急操作的紧急停止和紧急断开功能规定了要求,本部分中的这两种操作都是由单人操作完成的。

一旦紧急停止(见 10.7)或紧急断开(见 10.8)操动器的有效操作中中止了后续命令,该操作命令在其复位前一直有效。复位应只能在引发紧急操作命令的位置用手动操作。命令的复位不应重新起动机械,而只是允许再起动。

所有紧急停止命令复位后才允许重新起动起重机械。所有紧急断开命令复位后,才允许机械重新通电。

注:紧急停止和紧急断开是辅助性保护措施,对于起重机械上某些危险(如压碎、碰撞、电击或灼伤)这些措施不是降低风险的根本方法。[见 ISO 12100(所有部分)]。

9.2.5.4.2 紧急停止

紧急停止设备的设计原则,包括功能方面的设计原则在 GB/T 16754 中给出。起重机械应具有紧急停止功能,该急停功能至少应停止运动驱动装置和其他可能引起危险情况的起重机械执行机构。这一紧急停止功能应具备 0 类或 1 类停止功能(见 9.2.2)。紧急停止的类别选择应取决于起重机械的风险评价。

除上述停止要求(见 9.2.5.3)之外,紧急停止功能还有下列要求:

- 紧急停止功能应优先于所有工作方式中的所有其他功能和操作;
- 接至能够引起危险情况的起重机械执行机构的动力应立即切除(0 类停止)或采用尽快停止危险运动的可控方式(1 类停止),且不引起其他危险;
- 复位不应引起重新起动。

紧急停止功能可以由图 3 中一个或多个开关器件来执行(即,驱动装置开关设备,起重机开关或起重机电源开关)。

9.2.5.4.3 紧急断开

紧急断开的功能见 IEC 60364-5-53 中 536.4。

在下列场合应配备紧急断开功能：

- 直接接触(例如,与在电气工作区内使用的集电导线、滑触线、滑环组件、开关设备)的防护仅通过置于伸臂范围以外或通过阻挡物(见 6.2.6)获得；
- 由电源可能引起其他危险或伤害的地方。

紧急断开由连接到引入电源的起重机械执行机构的 0 类停止作用的机电开关器件(如起重机电源开关)断开相关的引入电源来完成的。如果机械不允许采用 0 类停止,就需要由其他保护,如直接接触防护,使得不需要紧急断开(例如,负载保持装置如励磁真空起升机可能要求连续供电)。

9.2.5.5 指令动作的监测

起重机械或起重机械部件的运动或动作会引起危险情况时,应对其进行监测。对于手动控制的起重机械,操作者可完成某些监测。对于预计操作者不能监测的情况,将需要安装一些装置,包括超行程限制器、电动机超速检测装置、机械过载检测装置或防碰撞装置。

9.2.6 其他控制功能

9.2.6.1 保持-运转控制

保持-运转控制应要求该控制器件持续激励直至工作完成。

注：保持-运转控制可以实现,例如,通过双手操纵装置。

9.2.6.2 双手控制

ISO 13851 中定义了双手控制的 3 种形式,其选择取决于风险评价。

9.2.6.3 使能控制

使能控制(见 10.9)是一个手动激励的控制功能联锁,即：

- a) 被激励时,允许机械运转由单独的起动控制引发；
- b) 去激励时：
 - 1) 引发 0 类停止或 1 类停止功能；
 - 2) 防止机械运转。

使能控制的配置应使其失效的可能性最小,例如在机械运转可能被重新启动前,要求使能控制器件去激励。借助简单装置的使能功能不应有失效的可能。

使能控制装置类型的选择参照危险评价。

注：三位置类型控制装置在慌乱情况下为优选。

9.2.6.4 兼具起动和停止功能的控制器

那些在操作时能交替控制起动和停止的按钮和类似器件,只应用于不会发生危险情况的功能。

9.2.7 无线控制

9.2.7.1 概述

本节叙述了采用无线(例如无线电、红外线)技术在起重机械控制系统和操作控制站之间传递指令和信号的控制系统的功能要求(见第 10 章,特别是见 10.1.5)。

注 1: 无线控制的操作控制站通常被称作发射器,而安装在起重机上的部分被称作接收器。接收器构成起重机械控制系统的接口。

注 2: 其中某些应用及系统的考虑也适用于使用串行数据通信技术的控制功能,此处通信链路使用电缆(如同轴电缆、双绞线、光缆)。

应提供易于拆除或切断操作控制站电源的方法(见 9.2.7.3)。

必要时应采取措施(如钥匙操作开关、访问码)防止擅自使用无线操作控制站。当阻止擅自使用的措施被攻破时,操作控制站不应传输信号。

每个无线操作控制站应带有一个预定由其控制的起重机械的明确标记。

9.2.7.2 控制限制

应采取措施以确保控制指令:

- 只对预定的起重机械起作用;
- 只对预定功能起作用。

应采取措施防止起重机械对来自非预定操作控制站的信号作出响应。

无线控制系统应包含以下控制功能:

- 无线操作控制站的激活应当在操作控制站上指示出来,而且不应引发任何起重机械运动;
- 只有当接收器接收到来自操作控制站包含正确地址和正确命令的帧时,它才向起重机械控制系统提供操作指令;
- 除非在产品标准中说明,否则当接收器接收到来自操作控制站的至少一个正确的启动指令而不是操作指令帧时,起重机开关应在通电状态(例如,控制在开的状态),停止功能应当复位;
- 不论任何情况(例如,电源故障,更换电池,或丢失信号)导致起重机械停止后,为避免其意外运动,起重机械司机把操作控制站的操动器退回到“关”的位置一段合适的时间之后,接收器才应输出引起起重机械运动的操作指令(即接收器接收到至少一个不含任何操作指令的帧);
- 无论起重机开关何时断电,引起起重机械运动的所有操作命令将禁止输出。

必要时,应采取措施使起重机械在一个或多个预定区域或位置仅能接受操作控制站的控制。

9.2.7.3 停止

对于引发起重机械的停止功能或引发会引起危险情况所有运转的停止功能,操作控制站应设有一个单独并清晰可辨的装置。引发这种紧急停止功能的操动装置不应与急停器件标记或标明的一样。这种停止可以是 0 类或 1 类停止,由风险评价来确定。它将优于所有模式的其他功能和操作,并且这种停止功能的复位不应引起重新启动。

执行停止功能的无线控制系统部分是起重机械控制系统安全相关的一部分,它的任何部分的一个故障都不应导致安全功能失效。只要合理可行,这个故障应在下一个安全功能命令或之前被检测出来。

注: 无线控制站急停器件的可行性见 IEC/TC 44。

无线控制系统对停止指令的响应时间应不超过 550 ms。

无线控制系统在下列情况下应通过断开起重机开关自动引发起重机械停止:

- 当检测到系统有故障时;
- 当在 0.5 s 内(参见附录 B)未检测出有效信号时,但是不包括起重机械正在执行预先计划的超出无线控制范围以外且不会引起危险情况的一项任务时。对于 0.5 s 太短的应用场合,该值可以最大延长到 2 s。应评估起重机械的预期使用,来确保延长时值不会引起附加风险。假若通过监测控制系统的状态来引发停止,起重机开关的断电最大可以延长到 5 min。

9.2.7.4 发射器和接收器间通讯

在运行中,应重复发送帧。任一需要运动来引发的帧应在控制系统可能引发那个运动之前被正确

地接收到。每一个传输的帧应包括所有命令要求的状态。

系统提供的传输可靠性应使汉明距离等于每帧总比特数除以 20,但最小汉明距离为 4;或采用其他措施确保等同的可靠性水平,错误帧可能性小于 10^{-8} 。

注:推荐使用 IEC 60870-5-1 中的错误检测方法。

9.2.7.5 使用多个操作控制站

注:本条没有考虑有线和无线控制站之间的转换。

若起重机械有多个无线控制站,应采取措施确保在给定时间内只有一个控制站起作用。由起重机械风险评价确定在适当位置,对哪一个操作控制站正在控制起重机械要有指示。

只有当第一个发射器传送了起重机停止命令,并且第一个发射器取消激活之后,控制权才能从第一个发射器转到另一个发射器,另一个发射器的激活需要一个为此目的特殊设计的特意动作。

应采取措施使几对发射器/接收器在传送范围内互不干扰地工作。这些措施应防止意外或非预期的变化。

9.2.7.6 电池供电的操作控制站

电池电压的变化不应引起危险情况。如果使用电池供电的无线操作控制站控制一个或多个可能有危险的运动,则当电池电压的变化超过规定的限值时,应向操作者发出清晰的警示。此时,无线操作控制站应保持其功能直到起重机械脱离危险情况。

注:通常允许的时间周期为 10 min。

当发射器电池电压变得很低以至不能可靠传送信息时,发射器应按照 9.2.7.3 发出一个停止信号且在发射器再被激活前不允许发送帧(见 9.2.7.2)。

9.3 联锁保护

注 1:联锁保护控制功能相关安全方面的信息,包括用可编程电子系统实现的信息,见 ISO 12100-2:2003、GB/T 16855.1—2008、ISO 13849-2:2003 和 IEC 62061。也可见 9.4。

注 2:本节没有规定用于执行联锁保护控制功能设备的要求。这些要求的示例在第 10 章中给出。

9.3.1 联锁安全防护装置的重新接通或复位

联锁安全防护装置的重新接通或复位不应引发起重机械的运转或其他操作,以免发生危险情况。

注:对具有起动功能(控制防护装置)的联锁防护装置的要求在 ISO 12100-2 中 5.3.2.5 给出。

9.3.2 超过工作限值

超过工作限值(例如,载荷、位置、速度、压力)可能导致危险情况的场合,应配备装置(如位置传感器或限位开关)来检测是否超过预定的极限并根据起重机械的风险评价引发适当的控制动作。

当限制器已使司机控制的起重机械停止运动时,可重新启动,但只能沿相反方向运行。

9.3.3 辅助功能的工作

应通过适当的器件(如压力传感器)去检验辅助功能是否正常工作。

如果辅助功能(如润滑、供冷却液)的电动机或器件不工作有可能引发危险情况或损坏起重机械或载荷,则应提供适当的联锁。

9.3.4 不同动作和反向运动间的联锁

控制起重机械各零部件的且同时动作可能会带来危险(例如,启动反向运动的器件)的所有接触器、

继电器和其他控制器件,应进行联锁以防止不正确的工作。

反向接触器(如控制电动机旋转方向的接触器)应联锁,使得在正常使用中进行切换时不会发生短路。

如果为了安全或持续运行,起重机械上某些功能需要相互关联,则应用适当的联锁以确保正常的协调。对于以协同方式共同工作并具有多个控制器的一组起重机械,必要时应对控制器的协调操作作出规定。

如果机械制动操动器的失效会产生制动,此时有关的起重机械执行机构已供电而且可能出现危险情况,则应提供联锁使该起重机械执行机构断电。

当起重机械执行机构未通电且如果释放机械制动器可能会带来危险情况时,则应用联锁来阻止机械制动器的释放。

9.3.5 反接制动

如果电动机采用反接制动,则应采取有效措施避免制动结束时电动机反转,这种反转可能会造成危险情况或损坏起重机械或载荷。为此,不应允许采用只按时间作用原则的器件。

本要求只适合于自动操作的起重机械。

9.4 故障情况下的控制功能

9.4.1 一般要求

电气设备中的失效或骚扰会引起危险情况或损坏起重机械或载荷时,应采取有效措施以减少这些危险出现的可能性。所需的措施及实施程度,无论是单独或联合使用,均取决于相关各应用的风险程度(见 4.1)。

电气控制电路应有适当的安全性能水平,这由起重机械的风险评价确定。应满足 IEC 62061 和/或 GB/T 16855.1—2008、ISO 13849-2:2003 的要求。

减少这些风险的措施包括但不限于:

- 起重机械上的保护器件(如联锁防护装置、脱扣器件);
- 电路的保护联锁;
- 采用经过验证的电路技术和元件(见 9.4.2.1);
- 提供部分或完整的冗余技术(见 9.4.2.2)或相异技术(见 9.4.2.3);
- 提供功能试验(见 9.4.2.4)。

对于能实现记忆存储的,例如由电池供电保持的场合,应采取措施防止由于电池失效或摘除而引起危险情况。

应提供措施如使用按键、访问码或工具防止未经授权或意外修改存储器的内容。

通常,只考虑单一失效。在风险程度较高的情况下,可能有必要确保多个失效也不会造成危险情况。

9.4.2 失效情况下降低风险的措施

9.4.2.1 采用成熟的电路技术和元件

这些措施包括但不限于:

- 出于工作目的将控制电路接到保护联结电路上(见 9.4.3.1 和图 4);
- 按 9.4.3.1 进行控制器件的连接;
- 用断电的方式停车(见 9.2.2);
- 切断接至受控器件上的所有控制电路导线(见 9.4.3.1);

- 使用具有直接断开操作的开关电器(见 IEC 60947-5-1);
- 电路设计上要减少意外操作引起失效的可能性;
- 使用经过验证性能等级(见 GB/T 16855.1)或安全完整性等级(见 IEC 62061)的部件(例如,可编程电子控制系统)。

9.4.2.2 采用部分或完整的冗余技术

通过提供部分或完整的冗余技术能使电路中由单一失效引起危险的可能性减至最小。冗余技术可以在正常运行时起作用(即在线冗余),或设计成仅在运行功能失效时才起到保护作用的专用电路(即离线冗余)。

在采用正常运行期间不起作用的离线冗余的场合,应采取适当措施确保这些控制电路在需要时起作用。

9.4.2.3 采用相异技术

采用具有不同操作原理或不同类型器件的控制电路,可以减少故障和/或失效引起危险的概率。例如:

- 由联锁防护装置控制的常开和常闭触头的组合;
- 电路中不同类型控制电路元件的使用;
- 在冗余结构中机电和电子电路的组合。

电和非电(如机械、液压、气压)系统的组合可以执行冗余功能并提供相异技术。

9.4.2.4 功能试验

应提供适当的方法进行功能试验(见 17.2 和 18.6):

- 在起动时和/或按预定的间隔进行;
- 可由控制系统自动进行,或手动(通过检查或试验),或以适当方式组合。

9.4.3 接地故障、电压中断和电路连续性丧失引起误动作的防护

9.4.3.1 接地故障

控制电路的接地故障不应引起意外的起动、潜在危险的运动或妨碍起重机械的停止。

满足这些要求可采用但不限于下列方法:

方法 a) 由控制变压器供电的控制电路:

- 1) 控制电路电源接地的情况,共用导线连接到保护联结回路。所有预期要操作电磁或其他器件(如继电器、指示灯)的触点、固态元件等,接入到控制电路电源有开关的导线一边,并与线圈或器件的一侧端子连接。线圈或器件的其他端子(最好是同标记端)直接连接到控制电路电源另一侧且没有任何开关元件的共用导线上(见图 5)。

例外:保护器件的触点可以接在共用导线和线圈之间,假若:

- 在接地故障事件中,自动切断电路,或
- 连接非常短(如在同一电柜中)以致不大可能有接地故障(如过载继电器)。

- 2) 控制电路由控制变压器供电且不连接保护联结回路,接线如图 5 所示,并配备有在接地故障中自动切断电路的绝缘监测装置(见 7.2.4)。

注 1: 可以使用绝缘失效显示代替切断,使起重机械进入安全状态。

方法 b) 控制电路由带中心抽头绕组的控制变压器供电,中心抽头连接保护联结回路,接线如图 6 所示,图中所有控制电路电源导线中,有包含开关元件的过电流保护器件。

注 2：对有中心抽头的接地控制电路，一个接地故障会在继电器线圈上留下 50% 的电压。在这种情况下，继电器会保持，导致不能停机。在这种情况下，有必要断开线圈或器件的两边。由过电流器件检测单一接地故障时，仅断开线圈或装置的一边就足够了。

方法 c) 控制电路不经控制变压器供电而是下列的一种：

- 1) 直接连接到已接地电源相导体之间；
- 2) 直接连接到相导体之间或连接到不接地或高阻抗接地的电源相导体和中性导体之间。

在意外起动或停车失效事件中，或在 c) 2) 的情况中，可能引起危险情况或损坏起重机械的那些起重机械功能的起动或停止，应使用切换所有带电体的多极开关，在接地故障事件中应提供自动切断电路的绝缘监测装置。

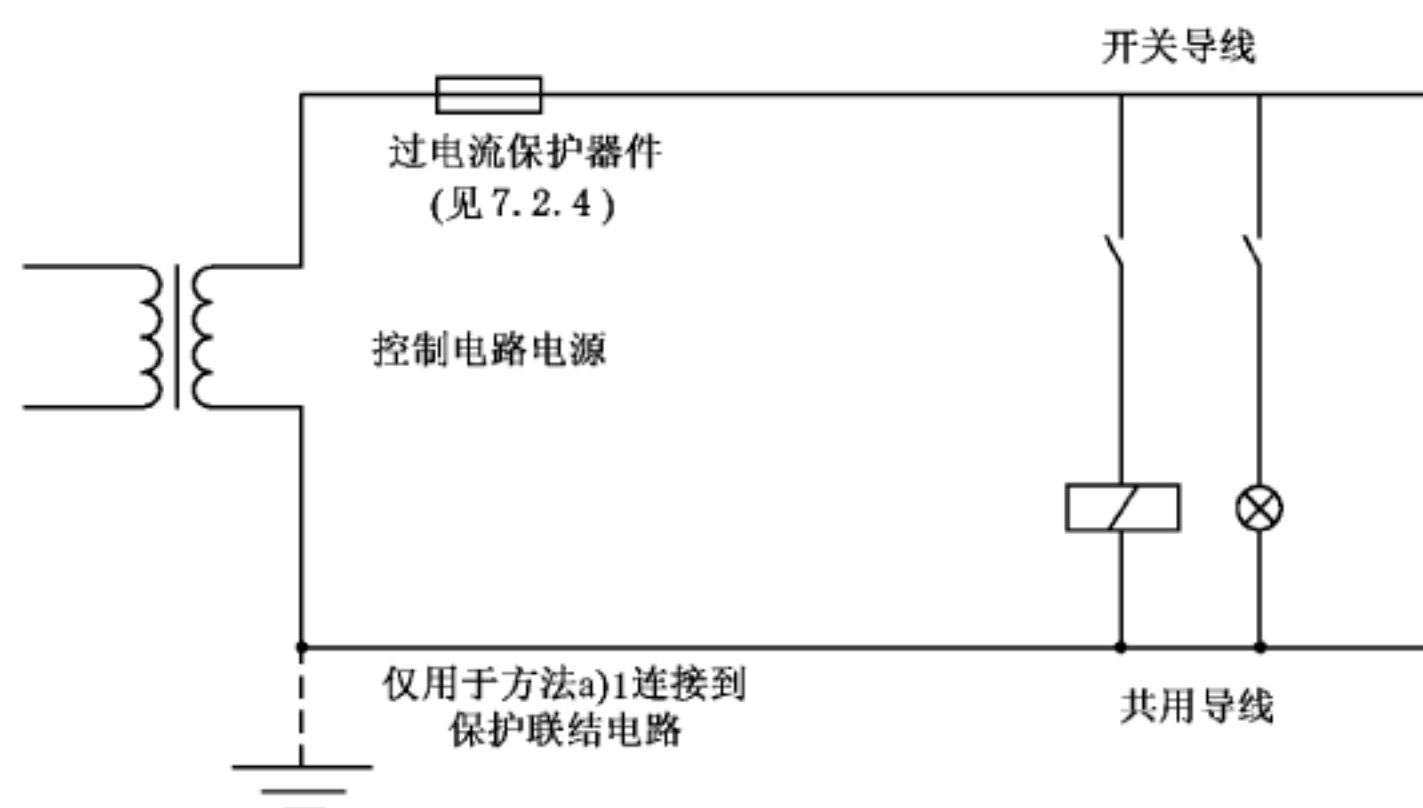


图 5 由接地故障引起的误操作保护——方法 a)

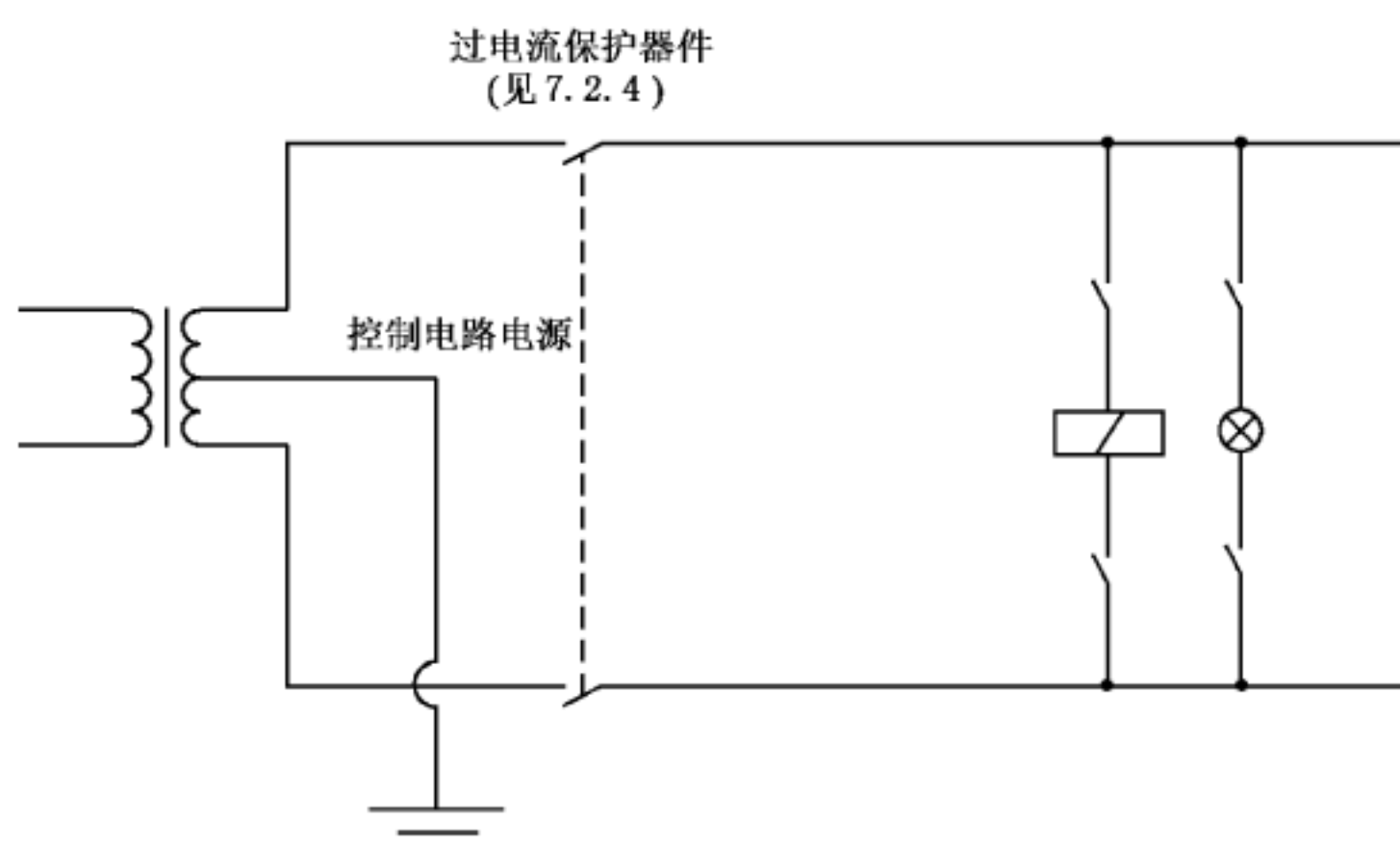


图 6 由接地故障引起的误操作保护——方法 b)

9.4.3.2 电压中断

应采用 7.5 中详述的要求。

如果控制系统采用存储器，一旦电源失效应确保正常功能（例如用非易失性存储器），防止记忆丢失所发生的危险情况。

9.4.3.3 电路连续性丧失

如果依靠滑动触头构成的相关安全控制电路其连续性的丧失可能引起危险情况时,则应采取适当的措施(例如采用双重滑动触头)。

9.4.4 运动控制系统误动作的防护

在电动机的运动控制系统里,应能自动检测出可能会造成危险情况不允许的控制偏差,采用 0 类停止切断电动机的电源,并使机械制动器上闸(见 14.7)。

在采用能量转换器的液压或气动传动中,如果能量转换器的电源发生故障,应停止运动。

运动控制系统的任何器件,其内部任何保护功能的激发(例如,用于保护器件本身的可调速驱动的过压或过流保护)不应导致运动控制失效或不可控运动。

10 安装在操作面板和起重机械上的控制器件

10.1 概述

10.1.1 器件的通用要求

本章包含对外装或局部露出外壳安装的器件的要求。

只要可行,这些器件应按 IEC 61310 相关部分进行选用、安装和标志或编码。

应使误操作的可能性降到最低,例如采用定位装置、适应性设计、提供附加保护措施。特别考虑操作者输入装置例如触摸屏、键区和键盘的选择、排列、编程和使用,对于危险场合应用的起重机械的控制也应特别考虑。见 IEC 60447。

只有当起重机械运行在额定值不超过 500 V a.c.和 7.5 kW 时,才允许使用手持直接控制装置。按照 6.3.2.2 的要求,应为这些装置提供间接接触防护(见 9.1.1)。

10.1.2 位置和安装

只要可行,安装在起重机械上的控制器件应:

- 使用和维修时易于接近;
- 安装时应使像物料搬运那样的工作所引起损坏的可能性减至最小;

手动控制器件的操动器应这样选择和安装:

- 操动器不低于维修平台以上 0.6 m,并处于操作者在正常工作位置易于触及的范围内;
- 操作者进行操作时不会处于危险状况。

脚动控制器件的操动器应这样选择和安装:

- 操动器处于操作者正常工作位置易触及的范围内;
- 操作者进行操作时不会处于危险状况。

10.1.3 防护

防护等级(见 IEC 60529)和其他适当措施一起应能防护:

- 物理环境中存在或常见于起重机上的腐蚀性液体、蒸汽或气体的影响;
- 污染物(例如粉尘、固体颗粒)的侵入。

此外,操作面板上的控制器件直接接触的防护等级最低应为 IPXXD(见 IEC 60529)。

10.1.4 位置传感器

位置传感器(如位置开关、接近开关)的安装应确保即使处于超行程也不会受到损坏。

相关安全控制功能电路中使用的传感器应具有肯定(或直接)断开的功能(见 IEC 60947-5-1),或具有与此相当的可靠性(见 9.4.2)。

注:相关安全控制功能是为了保持起重机械安全状态或防止在起重机械上发生危险情况。

10.1.5 便携式和悬挂式控制站

便携式和悬挂式操作控制站及其控制器件的选择和安装应使由冲击和振动(例如,操作控制站掉落或撞击障碍物)引起无意操作起重机械的可能性减至最小(见 4.4.8)。

便携式操作控制站(设备)应:

- 提供措施减少意外掉落的可能性,例如配置腰带或颈带;
- 满足下列试验,不会造成可见损坏或不正确操作:
 - a) GB/T 2423.8,试验 Ed 的自由跌落试验;
 - b) GB/T 2423.5,试验 Ea 的撞击试验。

10.2 按钮

10.2.1 颜色

按钮操动器的颜色代码应符合表 2 的要求(参见 9.2 和附录 B)。

“起动/接通”操动器的颜色可为白、灰、黑或绿色,优先用白色,但不允许用红色。

紧急停止和紧急断开操动器应使用红色。

“停止/断开”操动器可为黑、灰或白色,优先选用黑色,不允许用绿色。也允许选用红色,但建议在紧急操作器件附近不使用红色。

作为“起动/接通和停止/断开”交替操作的按钮操动器的优选颜色为白、灰或黑色,不允许用红、黄或绿色(见 9.2.6)。

对于按住运转而松开则停止运转(如保持一运转)的按钮操动器,其优选颜色为白、灰或黑色,不允许用红、黄或绿色。

复位按钮应为蓝、白、灰或黑色。如果它们还兼作停止/断开按钮,最好使用白、灰或黑色,优先选用黑色,不允许用绿色。

对于不同功能使用相同颜色白、灰、或黑(如起动/接通和停止/断开操动器都用白色),应使用辅助编码方法(如形状、位置、符号)以识别按钮操动器。

表 2 按钮操动器的颜色代码及其含义

颜色	含义	说明	示例
红	紧急	危险或紧急情况时操作	紧急停止 紧急功能起动
黄	异常	异常情况时操作	干预制止异常情况 干预重新启动中断了的自动循环
蓝	强制	要求强制性动作的情况时操作	复位功能
绿	正常	起动正常情况时的操作	
白	未赋予特定含义	除急停以外的一般功能的起动(见注)	起动/接通(优先) 停止/断开

表 2（续）

颜色	含义	说明	示例
灰		除急停以外的一般功能的起动(见注)	起动/接通 停止/断开
黑			起动/接通 停止/断开(优先)
注：如果使用代码的辅助手段(如形状、位置、结构)来识别按钮操动器,则白、灰或黑同一种颜色可用于各种不同功能(如白色用于起动/接通和停止/断开操动器)。			

10.2.2 标记

除了如 16.3 所述功能识别以外,建议给按钮作出标记,标记可做在其附近,最好直接标在操动器上,标记见表 3。

表 3 按钮的符号

起动或接通	停止或断开	起动或停止和接通或 断开交替动作的按钮	按住即运转而松开则 停止运转的(即“保持-运转”)
IEC 60417-5007 (2002-10) 	IEC 60417-5008(2002-10) 	IEC 60417-5010(2002-10) 	IEC 60417-5011(2002-10) 

10.3 指示灯和显示器

10.3.1 概述

指示灯和显示器用来发出下列形式的信息：

- 指示：引起操作者注意或指示操作者应该完成某项工作。红、黄、绿和蓝通常用于这种方式；闪烁指示灯和显示器见 10.3.3。
- 确认：确认一条指令或一种状态，或确认一种变化或转换阶段的结束。蓝色和白色通常用于这种方式，某些情况下也可以用绿色。

指示灯和显示器的选择及安装方式，应从操作者的正常位置看得到(见 IEC 61310-1)。

用于警示灯的指示灯电路应配备检查这些指示灯可操作性的装置。

10.3.2 颜色

除非供方和用户间另有协议(参见附录 B)，否则指示灯的颜色代码应符合表 4 中起重机械的状态(状况)的要求。

表 4 指示灯的颜色及其相对于起重机械状态的含义

颜色	含义	说明	操作者的动作
红	紧急	危险情况	立即动作去处理危险情况(如断开起重机械电源,发出危险状态报警)
黄	异常	异常情况 紧急临界情况	监视和/或干预(如重建需要的功能)
蓝	强制	指示操作者需要动作	强制性动作
绿	正常	正常情况	任选
白	不确定	其他情况,可用于红、黄、绿、蓝色的应用有疑问时	监视

起重机械上的指示塔台适用的颜色自顶向下依次为:红、黄、蓝、绿和白色。

10.3.3 闪烁灯和显示器

为了进一步区别或发出信息,尤其是给予附加的强调,闪烁灯和显示器可用于下列目的:

- 引起注意;
- 要求立即动作;
- 指出指令与实际情况有差异;
- 指出进程中的变化(转换期间闪烁)。

对于较重要的信息,建议使用较高频率的闪烁灯和显示器(推荐的闪烁速率和脉冲/间歇比见 IEC 60073)。

用闪烁灯或显示器提供较重要的信息的场合,也应提供音响报警装置。

10.4 光标按钮

光标按钮操动器的颜色代码应符合表 2 和表 4 的要求。当难以选定适当的颜色时,应使用白色。紧急停止操动器的红色不应依赖于其灯光的照度。

10.5 旋转控制器件

具有旋转部分的器件如电位计和选择开关的安装应防止其静止部分转动。只靠摩擦力是不够的。

10.6 起动器件

用于引发起动功能或起重机械机构(如小车)运动的操动器,其构造和安装应尽量减小意外操作的可能性。但是磨菇头操动器可用于双手控制(见 ISO 13851)。

10.7 急停器件

10.7.1 急停器件的位置

急停器件应易接近。

急停器件应设置在各个操作控制站以及其他可能要求引发紧急停止功能的位置,例如,在未保护的钢丝绳绞车附近(例外:见 9.2.7.3)。

固定的(不可拆卸的)急停器件应一直处于激活状态,包括当对应的操作控制站未激活时。

对于非固定的急停器件(例如,带有插头/插座组合的备用操作控制站),应采取措施避免混淆急停

器件是否被激活。(例如,使用信息,将未激活的操作站锁起来)。

需要时,在起重机械以外也应设置急停器件(例如,对于桥式起重机情况可从地面操作)。

对于那些可造成附带危险的起重机械驱动装置,不需要从地面上停止所有运动驱动装置,例如,对于门式起重机,停止大车运动即可。对于流动式起重机在地面上可不设此器件。

10.7.2 急停器件的形式

急停器件的形式包括:

- 掌揷式或蘑菇头式按钮操作开关;
- 拉线操作开关;
- 无机械防护装置的脚踏开关。

急停器件应有直接断开操作(见 IEC 60947-5-1 中附录 K)。

10.7.3 操动器的颜色

急停装置的操动器应着红色。如果在操动器的后面有背景,则背景的颜色应为黄色。见 GB/T 16754。

10.7.4 起重机电源开关和起重机隔离器的本身操作实现紧急停止

起重机电源开关和/或起重机隔离器本身操作在下列情况下可起紧急停止功能的作用:

- 易于操作者接近;
- 是 5.3.2a)、b)、c)或 d)中所述的形式。

在这种使用条件下,起重机电源开关和/或起重机隔离器应符合 10.3.7 的颜色要求。

注:上述器件通常不位于操作控制站,因此它不能被用作仅有的急停器件(见 10.7.1 和 10.8.1)。

10.8 紧急断开器件

10.8.1 紧急断开器件的位置

紧急断开器件应能够从可方便和迅速地接近起重机械的位置直接操纵或进行远程操纵。根据风险评价,对于正常工作有裸露带电导体的场合也有必要配置紧急断开器件。(见 9.2.5.4.3 和 12.7.1)。

这些器件通常与操作控制站隔开设置。需要提供带急停器件和紧急断开器件的控制器场合,应提供避免这些器件之间相互混淆的措施。

注:达到此要求,如预备可碎透明外壳的紧急断开器件。

10.8.2 紧急断开器件的形式

紧急断开器件有下列形式:

- 操动器为掌揷式或蘑菇头式的按钮操作开关;
- 拉线操作开关。

这些器件应是直接断开操作(见 IEC 60947-5-1 中附录 K)。

按钮操作开关可装在易碎透明外壳内。

10.8.3 操动器的颜色

紧急断开器件的操动器应为红色。如果在操动器周的后面有背景,则背景应为黄色。

在紧急停止和紧急断开器件相互间可能出现混淆的场合应提供使混淆降至最小的措施。

10.8.4 起重机电源开关和起重机隔离器本身操作实现紧急断开

用起重机电源开关或起重机隔离器本身操作实现紧急断开的场合,其应易于接近,并满足 10.8.3

的颜色要求。

如果用于紧急断开,起重机隔离器应有足够的分断能力。

10.9 使能控制器件

当使能控制器件作为系统的部件提供时,且只在一个位置操动时,它应发出使能控制信号以允许运行。在其他任何位置,应停止或防止运行。

使能控制器件的选择和布置,应使其失效的可能性减至最小。

使能控制器件的选择应具有下列特性:

——设计要考虑人体工程学原则;

——对于二位置形式:

- 位置 1:开关的断开功能(操动器不起作用);
- 位置 2:使能功能(操动器起作用);

——对于三位置形式:

- 位置 1:开关的断开功能(操动器不起作用);
- 位置 2:使能功能(中间位置操动器起作用);
- 位置 3:断开功能(超过中间位置操动器起作用);
- 当从位置 3 返回位置 2 时,使能功能不起作用。

注:使能控制功能在 9.2.6.3 中说明。三位置形式可参见 GB/T 14048.20—2013。

11 控制设备:位置、安装和电柜

11.1 一般要求

所有控制设备的位置和安装应:

- 易于接近和维护;
- 易于防御外界影响或预定操作中出现的状况;
- 便于起重机械及其相关设备的操作和维护。

11.2 位置和安装

11.2.1 易接近性和维护

控制设备的所有元件的设置和排列应使得不用移动它们或其配线就能清楚识别。对于那些需要检查其运行是否正确或有可能需要更换的元件,最好能在不拆卸起重机械的其他设备或部件情况下就能得以进行(开门或卸罩盖、遮栏或阻挡物除外)。与控制设备组件或器件部分无关的端子也应符合这些要求。

所有控制设备的安装都应易于从正面操作和维护。当需要用专用工具拆卸器件时,应提供这种专用工具。为了常规性维护或调整而需接近的有关器件,应安置在维修平台以上 0.4 m~2 m 之间。建议端子至少在维修平台 0.2 m 以上,且使导线和电缆能容易连接其上。

除操作、指示、测量、冷却器件外,在门上和通常可拆卸的外壳孔盖上不应安装控制器件。当控制器件是通过插接方式连接时,它们的插接应通过型号(形状)、标记或参照代号(单独或组合使用)加以区分(见 13.4.5)。

正常工作中需插拔的插入器件应具有非互换性,缺少这种特性会导致错误工作。

正常工作中需插拔的插头/插座组合的位置和安装应提供畅通无阻的通道。

当提供用于连接测试设备的测试点时应:

- 在安装上提供畅通无阻的通道;
- 有符合技术文件的清楚识别(见 17.3);
- 有满足要求的绝缘;
- 有充分的空间。

11.2.2 物理隔离或成组

与电气设备不直接相联的非电气部件和器件不应安装在装有控制设备的电柜中。如电磁阀那样的器件应与其他电气设备隔离开(如在单独的隔间中)。

组合安装并连有电源电压或连有电源与控制两种电压的控制器件应与仅连有控制电压的控制器件隔离开独立成组。

接线端子应按下列电路分组:

- 动力电路;
- 相关控制电路;
- 从外部电源供电的其他控制电路(例如联锁)。

若每组均能易于识别(如通过标记、通过用不同尺寸、通过使用遮栏或用颜色),则各组可毗邻安装。

在布置器件位置时(包括互连),应保持由供方为它们规定的考虑了外部影响或物理环境条件的电气间隙和爬电距离。

11.2.3 热效应

发热元件(如散热片、功率电阻)的安装应使附近所有元件的温度保持在允许限值内。

电气设备易接近部分的温度应遵守 GB/T 16895.2—2005 表 42A 中所列温度限值的规定。装置的所有部分,其温度可能出现超过表 42A 所列限值时,应加以防护,防止任何意外接触或按 16.2.2 中的要求标志。

应考虑避免起重机械环境过热(例如,调速驱动机构的制动电阻在粉尘环境中或当起重机械靠近易燃材料停车时可能会引起火灾危险)。

注:例如,用于调速(交流)驱动的(制动)电阻通常需有警示标志或有保护措施。

11.3 防护等级

考虑到起重机械在预定使用条件下的外部影响(即位置和物理环境条件),控制设备应足以防止外来固体和液体的侵入,并应充分防止粉尘和冷却液的侵入。

注 1: 第 6 章规定了电击防护的要求。

注 2: IEC 60529 规定了防止水侵入的防护等级。可能还需要防止其他液体侵入的附加防护措施。

控制设备的外壳防护等级应至少为 IP2X(见 IEC 60529)。

例外:

- a) 在电气工作区用外壳提供适当的防护等级以防止固体和液体的侵入。
- b) 如果集电导线或滑触线系统使用可拆卸集电器,且防护等级达不到 IP2X 时,则应采用 6.2.5 中的防护措施。

注 3: 某些应用示例以及由电柜提供的典型防护等级列举如下:

- 仅装有电动机起动电阻和其他大型设备的通风电柜: IP10;
- 装有其他设备的通风电柜: IP32;
- 一般工业用电柜: IP32, IP43 与 IP54;
- 低压喷水清洗场(用软管冲、洗)用的电柜: IP55;
- 能防护细粉尘的电柜: IP65;
- 装有滑环组件的电柜: IP2X。

根据安装条件,可采用其他相适宜的防护等级。

11.4 电柜、门和通孔

电柜应使用能承受在正常工作时可能受到的机械、电气和热应力以及湿度和其他环境因素影响的材料制造。

紧固门和盖板的紧固件应为系留式的。为观察内部安装的指示器件而提供的窗口应选择适合于能承受机械应力和耐化学腐蚀的材料(如 3 mm 厚的钢化玻璃和聚碳酸酯板)。

建议电柜门宽不超过 0.9 m,且使用垂直铰链,开角至少为 95°。

门、罩、盖和柜体的铰接件或密封垫应能经受住起重机械使用环境中存在的侵蚀性液体、蒸汽或气体的化学影响(参见附录 B)。因运行或维护而需要开启或卸下的门、罩和盖上用来保持电柜的防护等级的铰接件或密封垫应:

- 牢靠地紧固在门/盖或电柜上;
- 不因门、盖的拆卸或更换而损坏,以至降低防护等级。

当外壳上有通孔(如电缆通道),包括通向地板或地基,或通向起重机械其他部件的通孔,均应提供措施以确保获得设备规定的防护等级。电缆入口孔在现场应易于打开。起重机械内部的隔间底面可设置适当的通孔,以便能排除冷凝水。

在装有电气设备的电柜和装有冷却液、润滑油或液压油的隔间或可能进入油液、其他液体以及粉尘的隔间之间不应有通孔。此要求不适用于专门设计的在油中工作的电器(如电磁离合器),也不适用于需要使用冷却液的电气设备。

如果电柜上有安装用孔,可能需要采取措施使其安装后不致削弱所要求的防护等级。

在正常工作或不正常工作时,表面温度可能会达到足以引起火灾或对外壳材料造成有害影响的设备应:

- 置于能承受可能达到该温度而不起火或造成有害后果的电柜中;
- 装设在与相邻设备足够远的位置,以便于安全地散热(见 11.2.3);
- 采用能承受该设备散出的热量而不起火或造成有害后果的材料进行防护。

注:必要时使用 16.2.2 中的警示标志。

11.5 开关设备和控制设备通道

11.5.1 概述

在开关设备和控制设备前面和其间通道的尺寸应满足电气设备安全操作和维修。最小尺寸在 11.5.2 和 11.5.3 中给出。

根据风险评价,仅装有接线端子和极少需要维修的其他元件(例如,电阻器)的电柜不必遵循本条款要求。

11.5.2 通向通道的入口

20 m 以上长度的操作和维护通道应从两端出入。对于小于 20 m 但超过 6 m 的通道建议从两端出入。

允许一个人完全进入的通道的大门和电气工作区的门应是：

- 至少宽 0.7 m, 高 2.0 m；
- 外开式；
- 带有不使用钥匙或工具就可从里面打开的装置(如, 太平门栓)；
- 有足够空间完全打开。

11.5.3 开关设备和控制设备前面的通道

开关设备和控制设备的电柜前面通道净宽应至少为 0.6 m, 当门打开到最大角度时, 门前面通道净宽应至少为 0.4 m。

允许一个人完全进去工作(例如, 复位、调整或维修)的电柜净宽应至少为 0.7 m, 净高应至少为 2.0 m。

以下情况通道净宽应至少为 1.0 m：

- 在进入时设备可能带电；
- 导电部件裸露。

当通道两侧都有裸露的导电部件时, 净宽应至少为 1.5 m。

11.5.4 通道和门的限制

通道和/或门的尺寸不得不减小的地方, 例如在箱形梁需要加筋的隔板处, 其净高可减至不小于 1.4 m, 净宽可减至不小于 0.6 m。

注：对于紧邻这些限制区的区域, 为防止不经意地触及沿通道的带电部分而采取的措施可能还不够。在这些地方可能还需要采取附加防护措施(见 6.2)。

12 导线和电缆

12.1 一般要求

导线和电缆的选择应适合于工作条件(如电压、电流、电击的防护、电缆的分组)和可能存在的外界影响[如环境温度、存在水或腐蚀性物质、机械应力(包括安装期间的应力)和火灾危险]。

注：详细信息见欧洲电工委员会 HD516S2。

这些要求不适用于按有关国家标准(如 IEC 60439-1)制造和测试的成套设备、分组设备和器件的集成配线。

当电缆安装在露天使用(如建筑物或其他防护结构外面)的起重机械上时, 它们应适合于户外使用(如防紫外线、满足要求的温度范围), 或进行适当防护。

12.2 导线

一般情况, 导线应为铜质的。如果用铝导线, 截面积应至少为 16 mm²。

为确保足够的机械强度, 导线的截面积不宜小于表 5 示出值。然而, 如果用其他措施来获得足够的机械强度且不削弱正常功能, 在设备上可以使用截面积比表 5 中示出值小的导线。

注：导线的分类见表 6。

表 5 铜导线的最小截面积

位置	用途	导线、电缆的类型				
		单芯		多芯		
		软电缆 5类或6类	硬线(1类) 或绞线(2类)	双芯屏蔽线	双芯无屏蔽线	三芯或三芯以上屏蔽线 或无屏蔽线
(保护) 外壳 外部 配线	固定敷设的动力电路	1.0	1.5	0.75	0.75	0.75
	频繁运动的动力电路	1.0	—	0.75	0.75	0.75
	控制电路	1.0	1.0	0.2	0.5	0.2
	数据通信	—	—	—	—	0.08
a外壳 内部 配线	固定敷设动力配线	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	控制电路	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	数据通信	—	—	—	—	0.08
注：所有截面积的单位为平方毫米(mm²)。						
a 个别标准的特殊要求除外；见 12.1。						

表 6 导线的分类

类别	说明	用法/用途
1	实心铜或铝导线	固定敷设
2	铜绞线或铝绞线	
5	软铜绞线	用于有振动的机械安装;连接移动部件 用于频繁移动
6	比 5 类更软的铜绞线	
注: 来源于 IEC 60228。		

1 类和 2 类导线主要用于刚性的、非移动部件之间，只要其截面积小于 0.5 mm²，也可用于产生极小弯曲的场合。

须经常频繁运动(例如，机械工作每小时运动一次)的所有导线，均应采用 5 类或 6 类软绞线。

12.3 绝缘

绝缘的种类包括，但不限于：

- 聚氯乙烯(PVC)；
- 天然或合成橡胶；
- 硅橡胶(SiR)；
- 无机物；
- 交联聚乙烯(XLPE)；
- 乙丙橡胶(EPR)。

导线和电缆的绝缘材料(例如 PVC)由于火的蔓延或有毒或腐蚀性烟雾的扩散可能构成危险时，宜寻求电缆供方的指导，特别应注意，保持相关安全功能电路的完整性是重要的。

- 所用电缆和导线的绝缘应适合试验电压：
- 对工作于电压高于 50 V a.c.或 120 V d.c.的电缆和导线,要经受至少 2 000 V a.c.持续 5 min 的耐压试验；
 - 对于 PELV 电路,应承受至少 500 V a.c.持续 5 min 的耐压试验(见 GB/T 16895.21—2011 中Ⅲ类设备)。

绝缘层的机械强度和厚度应使得工作或敷设时,尤其是电缆穿入管道时绝缘层不受损伤。

注：选择电缆时应考虑电压和电流波形的影响,例如调速驱动装置可能会对电机电缆产生附加的电压应力(见 IEC 61800 系列)。

12.4 正常工作时的载流量

导线和电缆的载流量取决于几个因素,例如,绝缘材料,电缆中的导体数,设计(护套),安装方式,集聚和环境温度。

- 注 1：详细信息和指导见 IEC 60364-5-52,可在某些国家标准中找到或由制造商给出。
- 在稳态条件下,外壳和设备单独部件之间适用于 PVC 绝缘配线载流量的典型示例见表 7。

表 7 环境温度 40 ℃ 时,稳态条件下采用不同敷设方法的
PVC 绝缘铜导线或电缆的载流量(I_z)

截面积 mm ²		敷设方法(见 C.1.2)			
		B1	B2	C	E
		三相电路载流量 I_z /A			
0.75		8.6	8.5	9.8	10.4
1.0		10.3	10.1	11.7	12.4
1.5		13.5	13.1	15.2	16.1
2.5		18.3	17.4	21	22
4		24	23	28	30
6		31	30	36	37
10		44	40	50	52
16		59	54	66	70
25		77	70	84	88
35		96	86	104	110
50		117	103	125	133
70		149	130	160	171
95		180	156	194	207
120		208	179	225	240
电子设备 (线对)	0.20	不适用	4.3	4.4	4.4
	0.5	不适用	7.5	7.5	7.8
	0.75	不适用	9.0	9.5	10
注 1：表 7 载流量的值是基于： ——平衡三相电路适用截面积 0.75 mm² 和更大； ——控制电路线对适用截面积 0.2 mm² 和 0.75 mm² 之间。 安装更多电缆/线对,表 7 中的值宜按照表 C.2 或表 C.3 减额。 注 2：对于除 40 ℃ 以外的环境温度,用表 C.1 规定值进行修正。 注 3：这些值不适用于在卷筒上缠绕的软电缆(见 12.6.3)。 注 4：其他电缆的载流量,见 IEC 60364-5-52。					

注 2: 针对特定应用, 当根据导体(如, 高惯性负载起动, 断续工作制)工作制周期和热时间常数之间的关系确定导线的规格时, 宜寻求电缆制造商的意见。断续工作制导线的选择应寻求导线制造商的指导。如果不能得到以上信息, 可以使用附录 D 中给出的准则。

12.5 电压降

在正常工作条件下, 从起重机电源开关到电动机, 或在变流器驱动电机情况下, 至变流器进线端的电压降不应超过标称电压的 5%。为了遵守这个要求, 可能有必要采用截面积大于表 7 规定值的导线。

注: 如果不能得到更多的信息, 电压降可通过使用功率最大的驱动装置的起动电流与第二大驱动装置的标称电流组合起来计算得出。当一台以上起重机械使用同一电源时, 可根据给定的使用条件采用同时系数。

12.6 软电缆

12.6.1 概述

软电缆应采用 5 类或 6 类导线。

注 1: 6 类导线是较小直径的绞线, 比 5 类导线更柔软(见表 6)。

经受繁重工作条件的电缆应具有适当的结构以防止:

- 由于机械搬运和拖曳过粗糙表面所造成的磨损;
- 由于工作时无导向件所造成的扭结;
- 由于导向滚轮和强迫导向使电缆在电缆卷筒上正反向缠绕所产生的应力。

注 2: 符合这种条件的电缆见国家有关标准。

注 3: 在不利的工作条件, 如大的拉应力、小弯曲半径、弯入另一平面和/或同时进行频繁周期工作时, 电缆的使用寿命将会减少。

12.6.2 机械性能

起重机械电缆支撑系统的设计应使得在起重机械工作期间导线的拉应力尽可能地低。当采用铜导线时, 铜导线截面区的拉应力应不超过 15 N/mm^2 。在应用要求超过 15 N/mm^2 拉应力限值的地方, 宜采用具有特殊结构性能的电缆, 且允许的最大抗拉强度宜与电缆制造厂达成协议。

非铜质材料的软电缆导线所允许的最大应力应不超过电缆制造厂的规范。

注: 下列条件影响导线的拉伸应力:

- 加速力;
- 运动速度;
- 电缆自重(吊挂重量);
- 导向方法;
- 电缆卷筒系统的设计。

12.6.3 绕在电缆卷筒上的电缆的载流量

绕在卷筒上电缆应选用具有这样截面积的导线: 当其完全缠绕在卷筒上并承受正常工作载荷时, 不超过导线允许的最高温度。

对装在卷筒上圆形截面电缆, 其在大气中的最大载流量宜按表 8 减额。

注: 在大气中的电缆的载流量可以在制造厂说明书或者有关国家标准中找到。

表 8 绕在卷筒上的电缆的减额系数

卷筒类型	电缆层数				
	任意层数	1	2	3	4
圆柱形通风式	—	0.85	0.65	0.45	0.35
径向型通风式	0.85	—	—	—	—
径向非通风式	0.75	—	—	—	—

注 1: 径向型卷筒是电缆螺旋层装在小间距法兰之间的卷筒;如采用实心法兰,则卷筒称作非通风式,如果法兰具有适当的孔,则称作通风式。

注 2: 通风式圆柱卷筒是电缆层装在宽间距法兰之间,且卷筒和端法兰具有通风孔的卷筒。

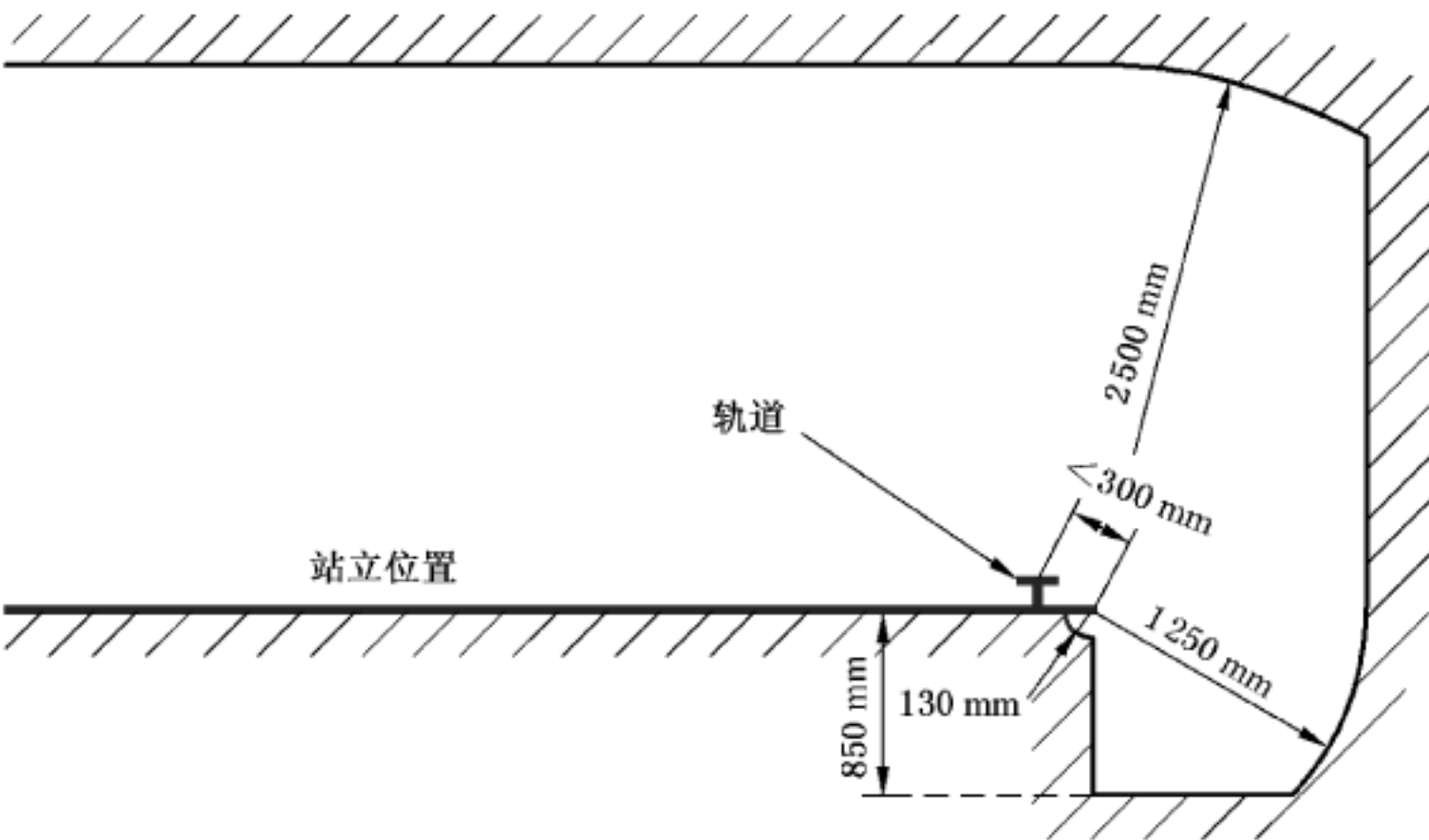
注 3: 使用减额系数时建议与电缆和电缆卷筒制造厂协商。这可能导致采用不同的系数。

12.7 集电导线、滑触线和滑环组件

12.7.1 直接接触的防护

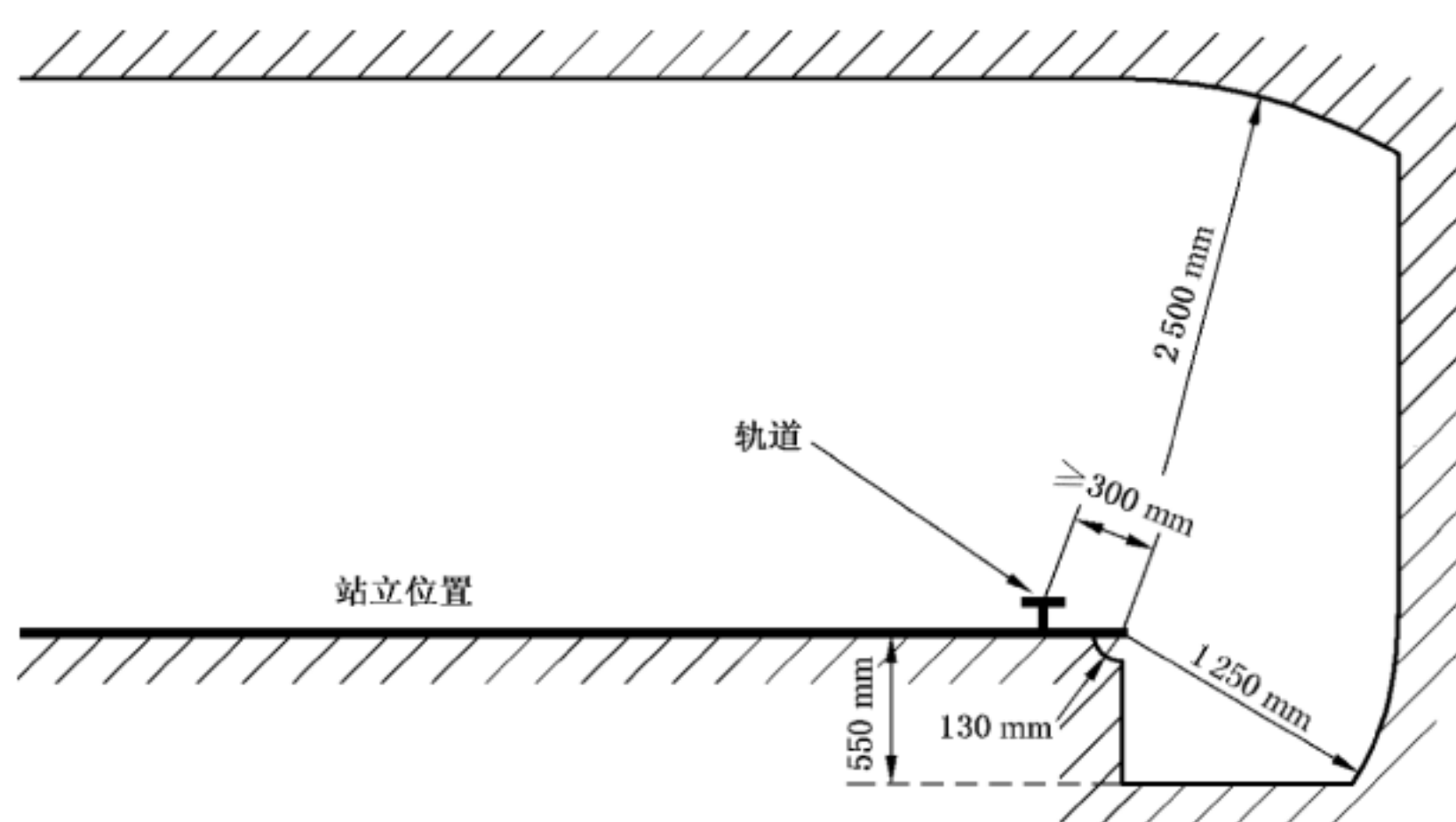
集电导线、滑触线和滑环组件应以这样的方式安装或封闭,使得在正常通向起重机械期间,例如经沿着起重机轨道或沿着起重机主梁的通道,使用下列防护措施之一可以达到直接接触的防护:

- 带电部分用局部绝缘防护,这是优先选用的措施;
 - 外壳或遮栏的防护等级至少为 IPXXB 或 IP2X (见 GB/T 16895.21—2011 中 A.2)。
- 容易触及的遮栏或外壳的水平顶面的防护等级应至少达到 IPXXD 或 IP4X。
- 如果达不到所要求的防护等级,应采用下列附加防护措施之一:
- a) 将带电部分置于伸臂范围(见 GB/T 16895.21—2011 中 B.3)以外并按照 9.2.5.4.3 采用紧急断开的措施共同防护;如果此条不适用,则
 - b) 按照图 7a)、图 7b) 或图 7c) 中给出的极限(出自 ISO 13852)来防护。该措施规定用于只有熟练技术人员或受过培训的人员可以接近的地方和存在特殊条件的地方(如钢厂或化工厂的高温区)。

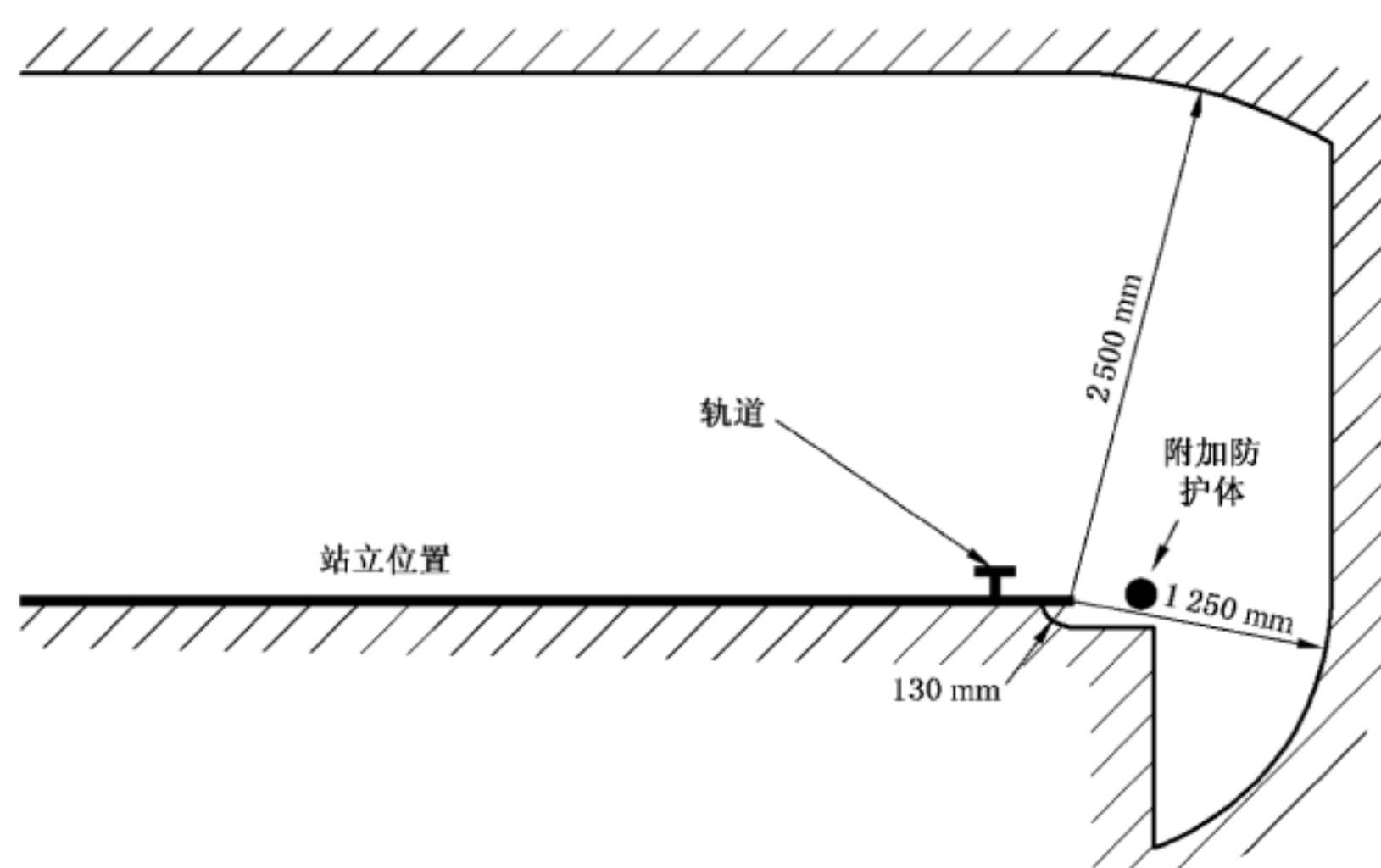


a) 起升装置钢轨中央至主梁边缘距离小于 300 mm 情况下伸臂范围的界限

图 7 伸臂范围界限



b) 起升装置钢轨中央至主梁边缘距离不小于 300 mm 情况下伸臂范围的界限



c) 采用附加阻挡物情况下伸臂范围的界限

图 7 (续)

注：位于无保护集电导线、滑触线上方的阻挡物示例是栏杆、网筛。

集电导线和滑触线应按如下安装和/或防护：

- 防止接触，尤其防止无保护的集电导线和滑触线与带电元件如拉线开关的软线、卸荷装置以及传动链接触；
- 防止由于载荷摆动而损坏。

如果为集电导线或滑触线规定的防护等级不起作用(如靠近集电器)，应提供附加措施(如附加阻挡物)。

如果不同起重机隔离器的电路均通过集电导线、滑触线或滑环组件，则每个分电路系统的直接接触防护等级至少为 IP2X 或 IPXXB(见 IEC 60529)。

12.7.2 保护导体电路

作为保护联结电路的一部分来安装的集电导线、滑触线和滑环组件，它们在正常工作时，不应有电流流过。因此保护导体(PE)和中性导体(N)应分别使用一条单独的集电导线、滑触线或滑环。采用滑动触头的保护导体电路的连续性应通过采取适当的措施(如复式集电器、连续性监测)来保证。

12.7.3 保护导体集电器

保护导体集电器的形状或结构应使它们不能与其他集电器互换。这种集电器应是滑动触头型的。

12.7.4 具有隔离器功能的可移式集电器

具有隔离器功能的可移式集电器的设计应使得只有在切断带电导线后才能断开保护导体电路,而且保护导体电路的连续性应该在任何带电导线重新接通之前先行恢复(见 8.2.4)。

12.7.5 电气间隙

集电导线、滑触线、滑环组件及它们的集电器的各导线之间、相邻装置之间的电气间隙应至少满足 GB/T 16935.1 规定的过电压类别Ⅲ的额定冲击电压的要求。

12.7.6 爬电距离

集电导线、滑触线、滑环组件及它们的集电器的各导线之间、相邻装置之间的爬电距离应适合于在预定的环境中工作(见 GB/T 16935.1—2008 中 5.2)。

注:设计在 3 级污染条件下工作的电气设备满足大部分的应用场合。

在异常多尘、潮湿或腐蚀性环境下,采用下列爬电距离的要求:

- 未保护的集电导线、滑触线和滑环组件应装有最小爬电距离为 60 mm 的绝缘子;
- 封闭式集电导线、绝缘多极滑触线和绝缘单极滑触线应具有 30 mm 的最小爬电距离。

应遵照制造厂有关特殊措施的建议防止由于不利的环境条件(如导电尘埃的沉积、化学腐蚀)造成的绝缘值逐渐减小。

12.7.7 导线系统的分段

如果集电导线或滑触线按若干独立的部分进行布置,则应采取适当的设计措施防止由集电器本身使相邻部分通电。

12.7.8 集电导线、滑触线系统和滑环组件的构造和安装

用于动力电路的集电导线、滑触线和滑环组件应与用于控制电路的集电导线、滑触线和滑环组件分开成组。

集电导线、滑触线和滑环组件应能承受机械力和短路电流的热效应而无损坏。

敷设在地下或地板下的集电导线和滑触线系统的可移式盖板的设计应使得一个人不借助于工具则无法打开。

如果滑触线装在普通金属外壳里,外壳的各个部分应连接在一起,并根据它们的长度在若干点接地。敷设在地下或地板下的滑触线的金属盖板也应连接在一起并接地。

注:对于保护联结在一起的金属外壳或地板下管道的罩板及盖板,金属铰链被认为足以确保联结连续性。

地下和地板下滑触线管道应具有排水设施。

13 配线技术

13.1 连接和布线

13.1.1 一般要求

所有连接,尤其是保护联结电路的连接应确保不意外松脱。

连接方法应与被连接导线的截面积及性质相适应。

只有专门设计的端子,才允许一个端子连接两根或多根导线。但一个端子的连接点只应连接一根保护导体。

只有提供的端子适用于焊接时才允许焊接连线。

接线板上的端子应做清晰地标示或标签,与电路图上的标记相一致。

当错误的电气连接(例如由更换元器件引起的)可能是危险源并且通过设计措施不可能降低时,导线和/或接线端子应按照 13.2.1 标识。

软导管和电缆的敷设应使液体能排出。

当器件或端子不具备端接多股芯线的条件时,应提供拢合绞芯束的办法。不应使用焊锡来达到此目的。

屏蔽导线的端接应防止绞线磨损并应容易拆卸。

识别标签应清晰、耐久,并适合于物理环境。

接线板的安装和接线应使内部和外部配线不跨越端子。

13.1.2 导线和电缆的敷设

导线和电缆的敷设应使得各端子之间无绞接点或拼接点。使用带适合防止意外断开的插头/插座组合进行连接,对本条而言不认为是接头。

例外:如果在接线盒中不能提供端子(例如,起重机械上采用长的软电缆;电缆连接长度超过电缆制造厂能提供的整卷电缆长度;由于安装和工作期间机械应力导致的电缆维修),可以使用绞接或接头。

为满足连接和拆卸电缆和电缆束的需要,应为此提供足够的附加长度。

电缆端部应充分固定支承以防止导线端部的机械应力。

只要可能就应将保护导体靠近相关带电导线安装,以便减小回路阻抗。

13.1.3 不同电路的导线

不同电路的导线可以并排放置,可以穿在同一管道中(如导管或电缆槽盒系统),还可以处于同一多芯电缆中,只要这种安排不削弱各自电路的原有功能。如果这些电路的工作电压不同,应用适当的遮栏把导线隔开,或者把可能遇到这种情况的同一管道内的导线都按最高电压绝缘等级选择,例如,线电压用于不接地系统和线对地电压用于接地系统。

13.1.4 感应电源系统接收器和接收转换器之间的连接

感应电源的接收器和接收转换器之间的电缆应:

- 由感应电源制造厂规定;
- 尽可能的短;
- 充分防护,防止机械损坏。

注:接收器的输出可能是一个电流源;因此,电缆的损坏可能会引起高电压危险。

13.2 导线的标识

13.2.1 一般要求

每根导线应按照技术文件的要求(见第 17 章)在每个端部做标记。

建议(如为维修方便)导线标识可用数字,字母数字,颜色(导线整体用单色或用单色、多色条纹)或颜色和数字或字母数字的组合。采用数字时,应是阿拉伯数字,字母应是罗马字母(大写或小写)。

注:附录 B 可作为供方和用户之间关于最佳标识的协议。

13.2.2 保护导体的标识

应通过形状、位置、标记或颜色而使保护导体易于识别。当只用颜色标识时,应在导线全长上使用黄/绿双色组合。这一颜色标识是保护导体绝对专用的。

对于绝缘导线,黄/绿双色组合应这样安排,即在任意 15 mm 长度上,一种颜色覆盖导线表面至少为 30%且不超过 70%,另一颜色覆盖其余表面。

如果保护导体能容易地按其形状、位置或结构(如编织导线,裸绞导线)识别,或者绝缘导线难以触及则不必在整个长度上使用颜色代码,但应在端头或易接近部位上清楚地标明 IEC 60417-5019 (2002-10)中的图形符号或用黄/绿双色组合标记。

13.2.3 中性导体的标识

如果电路包含只用颜色标识的中性导体,其颜色应为蓝色。为避免与其他颜色混淆,建议使用不饱和蓝,这里称为“淡蓝”(见 IEC 60446 中 5.2.2),如果选择的颜色是中性导体的唯一标识,在可能产生混淆时,不应使用这种颜色来标记其他任何导体。

如果颜色标识用于中性导体的裸导体,应使用 15 mm~100 mm 宽的淡蓝色条纹,在每个隔间或单元或每个可触及的部位标出,或从头至尾用淡蓝色标出。

13.2.4 颜色的标识

当用颜色代码作导线[除了保护导体(见 13.2.2)和中性导体(见 13.2.3)]标识时,可采用下列颜色:黑、棕、红、橙、黄、绿、蓝(包括浅蓝)、紫、灰、白、粉红、青绿。

注:该颜色系列取自 GB/T 13534。

如果采用颜色作标识,建议在导线全长上使用绝缘层的颜色或以固定间隔在导线上和其端部或易接近的位置用颜色标记。

由于安全原因,在有可能与黄/绿双色组合(见 13.2.2)发生混淆的情况下,不宜使用绿或黄色。

可以使用上面列出颜色的组合色标,只要不发生混淆和不使用绿或黄色,不过黄/绿双色组合标记除外。

当使用颜色代码标识导线时,建议使用下列颜色代码:

- 黑色:交流和直流电力电路;
- 红色:交流控制电路;
- 蓝色:直流控制电路;
- 橙色:与 5.3.8 相符的特殊电路。

允许以下例外情况:

- 没有所需颜色的绝缘导线时;
- 采用不是黄/绿双色组合的多芯电缆时。

13.3 电柜内配线

配电盘内的配线应固定在需要的位置上。仅允许使用由阻燃绝缘材料制成的非金属管道(见 IEC 60332 系列)。

安装在电柜内的电气设备建议设计和制作成允许从电柜正面修改配线(见 11.2.1)。如果这样不可能实现及控制器件从电柜后面接线,此时应提供检修门或能旋出的配电盘。

安装在门上或其他活动部件上的器件,应使用符合 12.2 和 12.6 要求的允许频繁移动用的软导线连接。这些导线应固定在固定部件上和与电气连接无关的活动部件上(见 8.2.3 和 11.2.1)。

不敷入管道的导线和电缆应牢固固定住。

引出电柜外部的控制配线,应采用接线板或插头/插座组合。关于插头/插座组合见 13.4.5 和 13.4.6。

对于预定的可以直接连接时,动力电缆和测量电路的电缆可以直接接到器件的端子上。

13.4 电柜外配线

13.4.1 一般要求

电缆或管道连同其专用密封套、套管等进入柜内的导入措施,应确保不降低防护等级(见 11.3)。

13.4.2 外部管道

电气设备电柜外部的导线及其连接线应封闭在按 13.5 所述的适当的管道中(即导管或电缆槽盒系统),只有具有适当保护的电缆可以例外,这种电缆可以无管道安装,以及用或不用开式电缆托盘或电缆支承措施进行安装。提供的器件例如位置开关或接近开关带有专用电缆,当电缆适用,足够短,放置或保护得当,使损坏的风险最小时,它们的电缆不必密封在管道中。

与管道或多芯电缆一起使用的接头附件应适合于物理环境。

如果至悬挂按钮站的连接必须使用柔性连接,则应采用软导管或多芯软电缆。悬挂站的重量不应借助软导管或软多芯电缆来支承,除非是为此用途专门设计的导管或电缆。

软导管或多芯软电缆应使用于小范围运动或不频繁运动的连接。也允许使用于通常固定的电动机、位置开关和其他外部安装器件的连接。

13.4.3 与起重机械和起重机械上移动件的连接

连接到移动部件和预定移动的起重机械的导线,考虑到预期的频繁运动,应使用符合 12.2 和 12.6 要求的导线。软电缆和软导管的安装应避免过度弯曲和绷紧,尤其是在接头附件部位。

移动电缆的支承应使得在连接点上没有机械应力,也没有急弯。当利用弯曲回环达到此目的时,电缆应有足够的长度,以使电缆之处弯曲半径至少为其外径的 10 倍。

起重机械的软电缆安装和防护应使得电缆因下列使用或可能滥用因素引起外部损坏的可能性减到最小:

- 被起重机械自身辗过;
- 被车辆或其他起重机械辗过;
- 在移动期间与起重机械结构碰触;
- 进出电缆吊篮,或绕入绕出电缆卷筒;
- 作用在电缆吊挂系统或悬挂电缆上的加速力和风力;
- 拖链系统的错位;
- 由电缆收集器造成的过度摩擦;
- 暴露于过度的热辐射中。

电缆护套应能耐受由于移动而产生的可预料到的正常磨损,并能经受环境污染物质(如油、水、冷却液、粉尘)的影响。

如果移动电缆靠近运动部件,则应采取措施使运动部件和电缆之间保持至少 25 mm 的距离。如果做不到,则应在电缆和运动部件之间安装遮栏。

电缆移动系统应设计成使电缆侧向角度不超过 5° ,避免电缆在下列情况下产生扭曲:

- 电缆绕入或绕出电缆卷筒时;
- 接近或偏离电缆导向装置时。

应采取措施确保软电缆在电缆卷筒上至少始终保留两圈。

考虑到允许的张力和预期的疲劳寿命,用于导向和携载软电缆装置的设计应使电缆在所有弯曲点处的内弯半径不小于表 9 规定的值,除非与电缆制造厂另有协议。

表 9 软电缆强制导向的最小允许弯曲半径

用 途	电缆直径或扁电缆的厚度 d/mm		
	$d \leq 8$	$8 < d \leq 20$	$d > 20$
电缆卷筒	$6d$	$6d$	$8d$
导向滚轮	$6d$	$8d$	$8d$
电缆吊挂系统	$6d$	$6d$	$8d$
其他	$6d$	$6d$	$8d$

两弯曲段之间的直线部分应至少为电缆直径的 20 倍。如果软导管靠近运动部件,则在所有运行情况下应防止其结构和支承装置损伤软导管。

软导管不应用于快速或频繁移动的场所,除非是为此用途专门设计的。

13.4.4 起重机械上器件的互连

如果装在起重机械上的几个开关器件(如位置传感器、按钮)是串联或并联的,建议器件间的连接通过接线端子实现,从而形成中间试验点。这些接线端子应便于接线,充分保护,并在有关图上示出。

13.4.5 插头/插座组合

当提供插头/插座组合时它们应满足下列一项或多项要求(适用时):

例外:下列要求不适用于电柜内通过固定插头/插座组合(无软电缆)端接的元件或器件或通过插头/插座组合接至母线系统的元件。

- a) 当根据 f) 正确安装时,插头/插座组合的形式应在任何时间,包括连接器插入和拔出期间,防止与带电部分意外接触。防护等级应至少为 IPXXB。PELV 电路除外。
- b) 如果用在 TN 或 TT 系统中,保护联结触头(接地触头)应首先接通最后断开(见 6.3, 8.2.4)。
- c) 在加载期间需要连接或断开的插头/插座组合应有足够的负载分断能力。当插头/插座组合额定电流为 32 A 或更大时,应与开关器件联锁以便只有当开关器件处于断开位置时才能连接和断开。
- d) 插头/插座组合额定电流大于 16 A 时,应有保持装置以防意外断开。
- e) 插头/插座组合的意外断开可能会引起危险情况时,应有保持装置。

插头/插座组合在安装时应满足下列要求(如适用):

- f) 考虑到要求的电气间隙和爬电距离,断开后仍带电的元件防护等级应至少为 IP2X 或 IPXXB。PELV 电路除外。
- g) 插头/插座组合的金属外壳应连接保护联结电路。PELV 电路除外。
- h) 预定传输动力负载但在负载状态持续期间不断开的插头/插座组合应有保持装置以防意外断开,并应有清晰标记,表明不在负载状况下断开。
- i) 如果在同一电气设备上使用多个插头/插座组合,则相关的组合应清楚标识,建议采用机械编码以防相互插错。
- j) 控制电路用插头/插座组合应符合 IEC 61984 的要求。例外:见 k) 项。
- k) 预定家用及类似一般用途的插头/插座组合不应用于控制电路。插头/插座组合中,只有符合 IEC 60309-1 要求,且预定用于该用途的触头,才能用于控制电路。

例外:k)项要求不适用于使用高频信号的控制功能。

13.4.6 为了装运的拆卸

为了装运需要拆开布线时,应在分段处设接线端子或插头/插座组合。在运输和存储中,这些接线端子应适当封装,插头/插座组合应进行防护以免受物理环境的影响。

13.4.7 备用导线

应考虑提供维护和修理用的备用导线。当提供备用导线时,应把它们连接在备用端子上,或用能防止接触带电部分的方法予以隔离。

13.5 管道、接线盒与其他线盒

13.5.1 一般要求

管道应提供适合用途的防护等级(见 IEC 60529)。

可能与导线绝缘层接触的锐棱、焊渣、毛刺、粗糙表面或螺纹,应从管道和接头附件上清除。必要时应采用由阻燃、耐油绝缘材料构成的附加防护以保护导体绝缘。

易积油或水的配线用电缆槽盒系统、接线盒和其他线盒中允许设直径 6 mm 的排泄孔。

为了防止电气导管与油管、气管和水管混淆,建议电气导管用实体隔离,或者做出相应标记。

管道和电缆托盘应采用刚性支承,其位置应离运动部件有足够的距离,并使损伤或磨损的可能性减至最小。在需要人行通道的区域内,管道和电缆托盘的安装应为该通道提供至少为 11.5 中规定的净空。

管道应只用于机械保护(关于保护联结电路的连接要求见 8.2.3)。

局部覆盖的电缆托盘不宜看作管道或电缆槽盒系统(见 13.5.6),所使用的电缆应适合于安装,无论有没有使用开式电缆托盘或电缆支撑装置。

13.5.2 管道填充率

管道填充率的考虑应基于管道的直线性和长度以及导线的柔性。管道的尺寸和布置要使导线和电缆易于装入。

13.5.3 金属硬导管及管接头

金属硬导管及管接头的材料应为镀锌钢或适合该使用条件的耐腐蚀材料。避免使用在接触中可能会产生电化作用的异种金属。

导管应牢固固定在其位置上并将其两端支承住。

管接头应与导管相匹配并适合于该用途。管接头应带螺纹,除非由于结构上的困难妨碍装配。如果使用无螺纹管接头,则导管应牢固地固定在设备上。

导管的折弯不应损坏导管,也不应减小导管的有效内径。

13.5.4 金属软导管和管接头

金属软导管应由金属软管或编织线网铠装组成,它应适用于预定的物理环境。

管接头应与软导管相匹配并适合于该用途。

13.5.5 非金属软导管和管接头

非金属软导管应耐弯折,并应具有与多芯电缆护套类似的物理性能。

这种导管应适用于预定的物理环境。

管接头应与软导管相匹配并适合于该用途。

13.5.6 电缆槽盒系统

电柜外部的电缆槽盒系统应采用刚性支承,并应与起重机械的所有运动部位或污染区段隔开。

盖板的形状应能覆盖满周边;允许加密封垫。盖板应采用合适的方式连到电缆槽盒系统上。对于水平安装的电缆槽盒系统,其盖板不应装在底部,除非为这种安装方式特定设计的。

注:用于电气安装的电缆管道和管道装置的要求见 IEC 61084 系列。

如果电缆槽盒系统是分段敷设的,则各段之间的联结应紧密配合,但不需加密封衬垫。

除接线孔或排水孔外不应有其他开口。电缆槽盒系统不应有敞开不用的敲落孔。

13.5.7 起重机械的隔间和电缆槽盒系统

可以使用起重机械内的隔间或电缆槽盒系统把导线封装起来,只要该隔间或电缆槽盒系统是与冷却液槽或油箱隔离并完全封闭的。敷入封闭隔间或电缆槽盒系统中的导线应安装和布置得使它们不易受到损坏。

13.5.8 接线盒和其他线盒

用于配线的接线盒和其他线盒应易于维护。考虑到起重机械在预定使用条件下的外部影响(见 11.3),这些线盒应能防止液体与固体颗粒的侵入。在正常使用中,其结构应足以防止机械损坏。

接线盒与其他线盒不应有敞开不用的通孔,其结构应能隔绝粉尘、切屑、油和冷却液之类的物质。

13.5.9 电动机接线盒

电动机的接线盒应只密闭电动机和安装在电动机上的器件(如制动器、温度传感器、堵转开关或测速发电机)的导线接头。

14 电动机及相关设备

14.1 一般要求

电动机应该符合 IEC 60034 系列相关部分的要求。

电动机及相关设备的保护要求见 7.2 中规定的过电流保护,在 7.3 中的过热保护,在 7.6 中的超速保护。

当电动机处于停转时,许多控制器并未断开电动机的电源,因此应注意确保符合 5.3、5.4、5.5、7.5、7.6 和 9.4 的要求。电动机控制设备应按第 11 章的规定设置和安装。

14.2 电动机外壳

建议电动机外壳按 IEC 60034-5 选择。

所有电动机的防护等级应至少为 IP23(见 IEC 60529)。根据用途和物理环境(见 4.4)可能需要提出更严格的要求。与起重机械组装一体的电动机的安装,应对机械损伤具有足够的防护。

14.3 电动机尺寸

只要可行,电动机尺寸应遵照 IEC 60072 系列标准。

14.4 电动机安装与隔间

每台电动机及其相关联轴器、皮带、皮带轮或链条的安装应使得它们有足够的防护,且便于接近进行检查、维护、调整、校准、润滑和更换。电动机的安装布置应使得能拆卸所有的电动机紧固装置,并容易接近接线盒。

电动机的安装区域应有确保适当冷却的措施,使电动机的工作温升保持在绝缘等级的限值内(见 IEC 60034-1)。

电动机隔间应尽可能清洁和干燥,必要时应直接向起重机械外部通风。通风口应使粉尘或水雾的进入量限制在允许的范围内。

不符合电动机隔间要求的其他隔间与电动机隔间之间不应有通孔。如果有导管或管子从另一不符合电动机隔间要求的隔间进入电动机隔间,则导管或管子周围的间隙应密封。

14.5 电动机选择的依据

电动机及其有关设备的特性应根据预定的使用用途和物理环境条件(参见附录 B 和 4.4)进行选择。在这方面,应考虑的要点对包括:

- 电动机类型;
- 工作循环类型(见 IEC 60034-1);
- 预定的起动频率;
- 恒速或变速运行(以及随之产生的通风量变化的影响);
- 机械振动;
- 电动机控制形式(尤其是当电动机由半导体变流器供电时);

注:例如,更多关于变速交流驱动对电动机影响的详细信息见 GB/T 12668.2、IEC 60034-17 和 IEC/TR 60034-25。

- 起动方法及起动电流对接同一电源的其他用户运行的影响,还要考虑供电部门可能的特殊规定;
- 反转矩负载随时间和速度的变化;
- 大惯量负载的影响;
- 恒转矩或恒功率运行的影响。

14.6 机械制动器的保护器件

机械制动器操动器的过载和过电流保护器件的动作应引发相关起重机械执行机构的同时断电(释放)。

注:相关起重机械执行机构是指那些与相同运动有关的执行机构,如电缆卷筒和大车驱动装置。

14.7 电动机械式制动器

在采用断电制动的电动机械式制动器的场合,运动驱动装置断电应使相应制动器断电。

例外:运行和回转驱动机构的工作制动可采用其他制动控制方式。

15 附件和照明

15.1 附件

如果起重机械及其有关设备备有供附属设备(如手提电动工具、试验设备)使用的电源插座,则应适用于 13.4.5 和下列各条规定:

- 电源插座建议符合 IEC 60309-1 的规定。不能实施处宜清楚标明电压和电流的额定值；
- 电源插座应包含一根保护联结接线，由 PELV 提供的保护除外；
注：当由于操作原因有必要将一些设备与保护联结电路隔离时，电源插座可以不遵循上述要求。
- 接到电源插座的所有未接地导体应按 7.2 和 7.3 的规定，提供合适的过电流保护和(必要时)过载保护，并与其他电路的保护分开；
- 如果插座的电源不由起重机隔离器断开，应采用 5.3.8 的要求；
- 在额定电流不超过 32 A 和从外壳外部容易触及到或在封闭的电气操作区的电源插座电路中，没有附加保护措施(例如，额定剩余操作电流不超过 30 mA 的 RCD 电路)而仅由自动切断[见 6.3.3a)]来保护间接接触是不够的。

注：参见附录 B 的 11 项。

15.2 起重机械和电气设备的照明

15.2.1 概述

与保护联结电路的连接应符合 8.2.2 的规定。
通一断开关不应内装在灯头座里或悬挂在软电缆上。
应采用合适光源避免光的频闪效应。

15.2.2 电源

照明电路两导线间标称电压不超过 250 V。建议两导线间电压不超过 50 V。
照明电路应由下述一种电源供电(见 7.2.6)：

- 连接在起重机隔离器负载端的专用隔离变压器。次级电路中应设有过流保护。
- 连接在起重机隔离器进线端的专用隔离变压器。该电源应仅允许供控制电柜中维修照明电路使用。次级电路中应设有过流保护(见 5.3.8 和 13.1.3)。
- 带专用过电流保护的起重机械电路。
- 外部供电的照明电路(例如，工厂照明电源)。只允许在控制柜中使用，以及在总额定功率不超过 3 kW 的情况下用作起重机械的工作照明。

例外：如果在正常工作时固定照明装置在操作者的伸臂范围以外，则本条规定不适用。

15.2.3 保护

照明电路应按照 7.2.6 进行保护。

15.2.4 照明配件

可调照明配件应适用于物理环境。
灯头座应：

- 符合有关 IEC 出版物；
- 采用绝缘材料构成保护性灯头，防止意外触电。

反光罩应采用灯架支承，不应使用灯头座作为支承。
例外：如果在正常工作时固定照明装置在操作者的伸臂范围以外，则本条规定不适用。

16 标记、警示标志和参照代号

16.1 概述

警示标志、标牌、标记和标识牌应经久耐用，以满足使用环境的要求。

16.2 警示标志

16.2.1 电击危险标志

不能清楚表明其中装有会引起电击风险的电气设备的外壳,都应标记 IEC 60417-5036(2002-10)中图形符号。



外壳门或盖上的警示标志应清晰可见。

下列情况可省去警示标志[见 6.2.2b)]:

- 装有起重机电源开关和起重机隔离器的外壳;
- 人机接口或控制站;
- 自带外壳的单个器件(如位置传感器)。

16.2.2 热表面危险

在风险评价表明电气设备表面有温度过高危险,需设置警示标识时,应使用 IEC 60417-5036(2002-10)中的图形符号。



16.3 功能识别

用作人机接口的控制器件、目视指示器和显示器(尤其是涉及安全功能的器件),应在其上或在其附近作出与它们功能有关的清晰耐久的标记。这些标记可由设备的用户与供方之间商定(参见附录 B)。建议选用 IEC 60417-2002 和 ISO 7000 规定的标准符号。

16.4 设备的标记

设备应作出清晰耐久的标记,使得在设备被安装后标记仍清晰可见。

如果可行(如控制设备组合),标牌应固定在外壳上并给出下列信息:

- 供方名称或商标;
- 认证标记(如需要);
- 产品编号(如可行);
- 额定电压、相数和频率(如果是交流)及额定电流;
- 设备的额定短路电流;
- 主要的文件编号(见 IEC 62023);

标牌上标示的额定电流,不应小于正常使用条件下能同时运行的所有电动机和其他设备的运行电流之和。如果在异常的负载或工作循环条件下,热等效电流(参见附录 D)应包含在标牌上。

如果只使用一台电机控制器,则这种信息可在起重机械的标牌上提供,并清晰可见。

对于具有多个运动驱动装置的起重机械,标牌可由有关文件代替。

16.5 参照代号

所有外壳、组件、控制器件和元件应清晰标出与技术文件相一致的参照代号。

例外:本条要求不适用于其电气设备仅由一台电动机、电动机控制器、按钮控制站和工作照明组成

的起重机械。

17 文件

17.1 概述

为了安装、操作和维护起重机械电气设备所需的资料,应以图、简图、表图、表格和说明书的形式提供。这些资料应采用商定的语言(参见附录 B)。

提供的资料可随提供的电气设备的复杂程度而异。对于很简单的设备,有关资料可以包容在一份文件中,只要这份文件能显示电气设备的所有器件并使之能够连接到供电网上即可。

注 1: 有电气设备项目的技术文件可构成机械电气设备的文件部分。

注 2: 有些国家要求使用由法律要求所覆盖的特定语言。

17.2 应提供的资料

随电气设备提供的资料应包括:

- a) 主要文件(元器件清单或文件清单)。
- b) 补充文件包括:
 - 1) 设备、装置、安装以及电源连接方式的清楚全面的说明。
 - 2) 电源要求。
 - 3) 所应用的物理环境(如照明、振动、噪声级、大气污染)方面的资料。
 - 4) 适用的概略图或框图。
 - 5) 电路图。
 - 6) 下述有关资料(根据实际情况):
 - 编制的程序,当使用设备需要时;
 - 操作顺序;
 - 检查周期;
 - 功能试验的周期和方法;
 - 调整、维护和维修指南,尤其是保护器件及电路方面的;
 - 推荐的备用元器件清单;
 - 提供的工具清单。
 - 7) 安全防护装置、联锁功能和防止危险的防护装置联锁,特别是对协同工作的各台起重机械的防护装置联锁的详细说明(包括互连接线图)。
 - 8) 安全防护及安全防护需暂停(如安装或维护)时提供的措施的详细说明(见 9.2.4)。
 - 9) 保证起重机械安全维护的程序说明(见 17.8)。
 - 10) 装卸、运输、存储的信息。
 - 11) 负载电流、峰值起动电流和允许的电压降的信息,如适用。
 - 12) 由于采取的保护措施引起遗留风险的资料,指出是否需要任何特殊培训的信息和任何需要个人保护设备的资料。

17.3 适用于所有文件的要求

除非制造商和用户之间另有协议,否则按下列要求:

- 文件应依照 GB/T 6988.1 制定;
- 参照代号依照 IEC 61346 的相关部分制定;
- 说明书/手册应依照 IEC 62079 制定;

——元器件清单应依照 IEC 62027 中 B 类提供。

注：参见附录 B 的 13 项。

为了便于查阅各种文件，供应方应选用下述方法之一：

- 文件集由少量文件（例如，少于 5）组成时，每本文件均应附有本电气设备所有其他设备的文件号作为相互参照之用；
- 只对于单层主要文件（见 IEC 62023），在图上或文件清单中应列出所有文件的文件号和文件名；
- 在属于同一层次的元器件清单中，应列出文件结构某些层次（见 IEC 62023）的所有文件的文件号和文件名。

17.4 安装文件

安装文件应给出安装起重机械（包括调试）的准备工作所需的所有资料。在复杂情况下，有关细节需要参阅装配图。

应清楚表明现场安装的电源电缆的推荐位置、类型和截面积。

应给出选择起重机械电气设备电源线用的过电流保护器件的类型、特性、额定电流和整定电流所需的数据（见 7.2.2）。

必要时，应详细说明由用户准备的地基中的管道的尺寸、用途和位置（参见附录 B）。

应详细说明起重机械和由用户提供的有关设备之间的管道，电缆托盘或电缆支承物的尺寸、类型及用途（参见附录 B）。

必要时，图中应表明移动或维修电气设备所需的空間。

注 1：安装图的示例见 GB/T 6988.1。

此外，在需要的场合应提供接线图或接线表。这种图或表应给出所有外部连接的完整信息。如果电气设备预定使用多个电源供电，则接线图或接线表应指出使用每个电源所要求的变更或连接方法。

注 2：接线图/表的示例见 GB/T 6988.1。

17.5 概略图和功能图

必要时应提供概略图以便了解操作原理。概略图象征性地表示电气设备及其功能关系而无需表示出所有互连关系。

注 1：概略图的示例可见 GB/T 6988.1。

功能图可用概略图的一部分，或除了概略图之外还有功能图。

注 2：功能图的示例见 GB/T 6988.1。

17.6 电路图

应提供电路图。这些图应示出起重机械及其有关电气设备上的电路。IEC 60617:2001 中未示出的那些图形符号，都应单独指明，并应在图上和支持文件上说明。起重机械上的和所有文件中的器件和元件的符号和标志应完全一致的。

在适当的场合应提供表明接口连接用的接线端子图。为了简化，这种图可与电路图一起使用。这种图宜包括每个单元具体电路图的参考资料。

在机电图上，开关符号应以电源全部断开的状态（如电、空气、水、润滑剂）示出，起重机械及其电气设备以随时正常起动的状态示出。

导线应按照 13.2 的规定标记。

电路图的表示方法应便于理解电路的功能、便于维护和确定故障位置。有些控制器件和元件的功能特性，若从它们的符号表示法上不能明显表达出来，则应在图上其符号附近说明或加脚注。

17.7 操作说明书

技术文件应包含有一份详述设备的正确安装和使用方法的操作说明书。应特别注意所规定的安全措施。

如果设备操作可以编程,则应提供编程方法、需要的设备、程序检验和附加安全措施(需要时)方面的详细资料。

17.8 维护说明书

技术文件中应包含有一份详述调整、维护与预防性检查以及修理的正确程序的维护说明书。对维修/使用间隔和记录的建议应为该说明书的一部分。如果提供正确运行的检验方法(如软件测试程序),则这些方法的使用应详细说明。

可编程设备(例如,电机驱动装置)的设置说明书应包含对起重机械最终功能的参考说明。应规定与安全相关的功能试验。

17.9 元器件清单

如果提供元器件清单,至少应包括订购备件或替换件所需的信息(如元件、器件、软件、测试设备、技术文件),这些文件是预防性维修或设备保养所需要的,其中包括建议由设备的用户库存的元器件。

元器件清单应列出下列项目:

- 文件中所用的参照代号;
- 形式代号;
- 供方和现有的替代货源;
- 适用的主要特性。

18 检验

18.1 概述

本章对起重机械电气设备的检验规定了一般要求。

特定类型起重机械检验范围将在专用产品标准中给出。这些检验应包括 a)、b)、c)、f) 和 c) 或 d) 或两者都有,也可能包括 e):

- a) 检验电气设备是否符合技术文件;
- b) 若通过自动切断电源进行间接接触的防护,检验用自动切断电源作保护的条件下(见 18.2);
- c) 绝缘电阻试验(见 18.3);
- d) 耐压试验(见 18.4);
- e) 剩余电压防护(见 18.5);
- f) 功能试验(见 18.6)。

当进行上述试验时,建议遵循以上列出的顺序。

当起重机械电气设备变动时,应采用 18.7 规定的要求。

注:符合 18.2 和 18.3 的试验,采用符合 IEC 61557 系列标准的测量设备。对于本部分要求的其他试验,宜采用符合 IEC 或欧洲标准的测量设备。

应为试验结果提供试验报告。

18.2 用自动切断电源作保护条件的检验

18.2.1 概述

自动切断电源的条件(见 6.3.3)应通过试验检验。
对于 TN 系统,这些试验方法的描述见 18.2.2;对于不同电源条件的应用按照 18.2.3 的规定。
对于 TT 和 IT 系统,见 GB/T 16895.23。

18.2.2 TN 系统检验方法

试验 1 保护联结电路连续性的检验。试验 2 用自动切断电源作保护条件的检验。

试验 1——保护联结电路连续性的检验

应测量 PE 端子(见 5.2 和图 4)和各保护联结电路部件的有关点之间的每一个保护联结电路的电阻。根据有关保护联结导体的长度、截面积和材料,测出的电阻应在预期范围内。

注 1: 对于连续性试验使用较大的电流提高试验结果的准确性,尤其包括低电阻在内,即较大截面积和/或较短的长度。

试验 2——故障环路阻抗检验和关联的过电流保护器件的适合性

起重机械的电源连接和引入的外部保护导体至 PE 端子的连接,应通过观察检验。按照 6.3.3 和附录 A 用自动切断电源作保护条件应通过下列两种方法检验:

- a) 故障环路阻抗的检验,依据:
 - 计算;或
 - 按照 A.4 测量。
- b) 确认按照附录 A 的要求关联过电流保护器件的设置和特性。

注 2: 对于用自动切断电源作保护条件,要求电路 I_n 不大于 1 kA 的电路可以进行故障环路阻抗测量(在附录 A 规定的时间内, I_n 是引起隔离器件自动动作的电流)。

18.2.3 TN 系统检验方法的应用

对起重机械的每个保护联结电路应完成 18.2.2 的试验 1。
当通过测量完成 18.2.2 的试验 2 时,试验 1 总应先于试验 2。
注: 在环路阻抗试验期间,保护联结电路连续性中断可能对试验者或其他人引起危险情况或导致电气设备损坏。
对不同情况的起重机械所需要的试验用表 10 的规定。表 11 可用于确定起重机械情况。

表 10 TN 系统试验方法的应用

程序	起重机械情况	在现场检验
A	起重机械电气设备在现场安装和连接,若保护联结电路的连续性在现场的后续安装和连接尚未确认	试验 1 和试验 2(见 18.2.2)。 例外:若由制造厂预先计算的故障环路阻抗或电阻是可靠的并且: ——设备的安装,允许检验用于计算的导线长度和截面积,和 ——若可以确定现场的电源阻抗小于或等于制造厂用于计算电源阻抗的假定值。 在现场连通保护联结电路的试验 1(18.2.2)和通过观察电源的连接和引入的外部保护导体到机械 PE 端子的连接检验是足够了

表 10 (续)

程序	起重机械情况	在现场检验
B	保护联结电路有超过表 11 给定示例的电缆长度则用试验 1 和试验 2,通过测量使机械提供保护联结电路连续性检验(见 18.1)的证明。 情况 B1):为了装运提供完全装配和不拆卸。 情况 B2):为了装运提供的拆卸,这里拆卸、运输和重新装配后(如使用插头/插座连接)要保证保护导体的连续性	试验 2(见 18.2.2)。 例外:可以确定现场电源阻抗小于或等于用于计算的值或试验 2 期间经测量的试验电源阻抗值时,现场不要求试验,但连接检验除外: ——情况 B1)中的电源和引入外部保护导体到起重机械的 PE 端子; ——情况 B2)中的电源和引入外部保护导体到起重机械的 PE 端子,以及为装运拆分所有保护导体的连接
C	有保护联结电路且不超过表 11 给定示例的电缆长度的起重机械,通过试验 1 或试验 2(见 18.2.2),经测量提供保护联结电路连续性检验(18.1)的证明。 情况 C1):为了装运提供完全装配和不拆卸。 情况 C2):为了装运提供的拆卸,这里拆卸、运输和重新装配后(如使用插头/插座连接)要保证保护导体的连续性	不要求现场试验。对于不通过插头/插座连接电源的起重机械,引入外部保护导体到起重机械的 PE 端子的正确连接应通过目测检验。 情况 C2)中,安装文件(见 17.4)要求所有保护导体的连接应目测检验,此处连接指为装运被分拆过

表 11 从每个保护器件至负载间最大电缆长度的示例

1	2	3	4	5	6	7	8
至每个保护器件的电源阻抗 mΩ	截面积 mm ²	保护器件标 定额定值或 整定值 I_N A	熔丝断开时 间 5 s	熔丝断开时 间 0.4 s	小型断路器 特性 B ³⁾ $I_a=5\times I_N$ 断开时间 0.1 s	小型断路器 特性 C ⁴⁾ $I_a=10\times I_N$ 断开时间 0.1 s	可调断路器 $I_a=8\times I_N$ 断开时间 0.1 s
			从每个保护器件到负载间最大电缆长度/m				
500	1.5	16	97	53	76	30	28
500	2.5	20	115	57	94	34	36
500	4.0	25	135	66	114	35	38
400	6.0	32	145	59	133	40	42
300	10	50	125	41	132	33	37
200	16	63	175	73	179	55	61
200	25(线)/ 16(PE)	80	133				38

3) 符合 IEC 60898 系列。

4) 符合 IEC 60898 系列。

表 11 (续)

1	2	3	4	5	6	7	8
至每个保护 器件的电源 阻抗 mΩ	截面积 mm ²	保护器件标 定额定值或 整定值 I_N A	熔丝断开时 间 5 s	熔丝断开时 间 0.4 s	小型断路器 特性 B ⁵⁾ $I_a=5\times I_N$ 断开时间 0.1 s	小型断路器 特性 C ⁶⁾ $I_a=10\times I_N$ 断开时间 0.1 s	可调断路器 $I_a=8\times I_N$ 断开时间 0.1 s
			从每个保护器件到负载间最大电缆长度/m				
100	35(线)/ 16(PE)	100	136				73
100	50(线)/ 25(PE)	125	141				66
100	70(线)/ 35(PE)	160	138				46
50	95(线)/ 50(PE)	200	152				98
50	120(线)/ 70(PE)	250	157				79
表中最大电缆长度值基于下列假设： ——PVC 电缆用铜导体，在短路条件下导体温度为 160 ℃(见表 C.4)； ——16 mm² 及以下包含线导体的电缆，保护导体与线导体截面积相等； ——16 mm² 以上的电缆，保护导体的尺寸可以减少如表中所示； ——3 相系统，电源的标称电压为 400 V； ——每个保护器件最大电源阻抗依照第 1 列； ——第 3 列的值与表 7 相关联(见 12.4)。 与这些假设不一致时可能要求完整计算或测量故障环路阻抗。进一步的信息见 IEC 60228 和 IEC/TR 61200-53。							

18.3 绝缘电阻试验

当执行绝缘电阻试验时，在动力电路导线和保护联结电路之间施加 500 V(d.c.)时测得的绝缘电阻应不小于 1 MΩ。该试验可在整套电气装置的单独部件上进行。

例外：对于电气设备的某些部件，例如：母线、集电导线、滑触线系统或滑环组件，可允许较低的最小值，但应不小于 50 KΩ。

- 如果电气设备包含浪涌保护器件，在试验期间，该器件可能工作，则允许采用下列任何一种措施：
- 断开这些设备；
 - 降低试验电压值，使其低于浪涌保护器件的电压保护水平，但不低于电源电压(相电压)的上限峰值。

5) 符合 IEC 60898 系列。
6) 符合 IEC 60898 系列。

18.4 耐压试验

当执行耐压试验时,应使用符合 IEC 61180-2:1994 要求的试验设备。

试验电压的标称频率应为 50 Hz 或 60 Hz。

最大试验电压具有两倍的电气设备额定电源电压值或 1 000 V,取其中较大者。最大试验电压应施加在动力电路导线和保护联结电路之间近似 1 s 时间。如果未出现击穿放电则满足要求。

不适宜经受试验电压的元件和器件应在试验期间断开。

已按照其产品标准进行过耐压试验的元件和器件在试验期间可以断开。

18.5 剩余电压的防护

适当时,应进行此项试验以确保符合 6.2.4 的要求。

18.6 功能试验

电气设备的各种功能,尤其是有关安全和安全防护措施的功能,都应进行试验。若某一功能不能完全试验,应对其电路进行测试。

18.7 重复试验

如果起重机械及其相关设备的一部分经过了变动和更改,这些部分应重新进行试验和检验(见 18.1)。

尤其应注意重复试验对设备可能有不利影响(如绝缘过电压,器件的断开/重新连接)。

附录 A
(规范性附录)
在 TN 系统中的间接接触防护
(源自 GB/T 16895.21 和 GB/T 16895.23)

A.1 概述

间接接触的防护应由过电流保护器件提供,在电路或设备中,如果在带电部分和外露可导电部分或保护导体之间发生故障时,过电流保护器件应在足够短的切断时间内,自动切断电路或设备的供电。对于起重机械,切断时间不超过 5 s 视为足够短。

例外:不能保证 5 s 的切断时间时,应提供措施(如辅助保护联结)以防止来自同时可触及的可导电部分之间预期接触电压超过 50 V a.c.或无纹波 120 V d.c.。见 A.3。

通过插座或不通过插座直接向 I 类手持式或便携式设备供电的电路(如在起重机械上辅助设备的插头/插座,见 15.1),表 A.1 规定的最长切断时间视为足够短。

表 A.1 TN 系统最长切断时间

U_0^a V	切断时间 s
120	0.8
230	0.4
277	0.4
400	0.2
>400	0.1
^a U_0 是对地标称交流电压方均根值。在 IEC 60038 规定的容许偏差范围内的电压,切断时间适用于施加的标称电压。对于两级之间的电压值,使用表中紧接在其后的较高值。	

A.2 用过电流保护器件自动切断电源作保护条件

过电流保护器件特性和回路阻抗应为:电气设备任何地方的相线和保护导体或外露可导电部分之间如果发生可忽略阻抗的故障时,将在规定的时间(即 ≤ 5 s 或 $\leq$ 表 A.1 中的值)自动切断电源。下列条件满足本要求:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

式中:

Z_s ——包括电源、故障点和电源之间的带电导体到故障点和带电导体到保护导体的故障环阻抗,单位为欧(Ω);

I_a ——在规定的时间内引起切断保护器件自动动作的电流,单位为安(A);

U_0 ——对地标称交流电压,单位为伏(V)。

应注意由于故障电流使导体的温度提高,其电阻也随之增加(见 A.4.3)。

注:计算短路电流的资料可以找到,例如在 IEC 60909 系列中或从短路保护器件的供方获得。

A.3 用减小接触电压使之低于 50 V 作保护条件

当不能采取 A.2 的要求及选择辅助联结作为防护危险接触电压的措施时,本保护条件意指接触电压已减小到低于 50 V 以及保护电路的阻抗(Z_{PE})若不超出下式所示时,达到了保护条件。

$$Z_{PE} \leq \frac{50}{U_0} \times Z_s$$

式中:

Z_{PE} ——装置中设备的任何处和起重机械 PE 端子(见 5.2 和图 3)之间的保护联结电路的阻抗或是同时可触及的外露可导电部分和/或外界可导电部分之间的保护联结电路的阻抗。

本条件证实通过使用 18.2.2 的试验 1 测量电阻 R_{PE} 而获得。若 R_{PE} 的测量值不超出下式所示时,达到了保护条件。

$$R_{PE} \leq \frac{50}{I_{a(5s)}}$$

式中:

$I_{a(5s)}$ ——保护器件的 5s 动作电流,单位为安(A);

R_{PE} ——起重机械 PE 端子(见 5.2 和图 4)和设备的任何处之间的保护联结电路的电阻或是同时可触及的外露可导电部分和/或外界可导电部分之间的保护联结电路的电阻,单位为欧(Ω)。

注 1: 辅助保护联结被认为是对防护间接接触的补充。

注 2: 辅助保护联结可以包括整个装置、部分装置、设备零件或配置。

A.4 用自动切断电源作保护条件的检验

A.4.1 概述

依据 A.2 用自动切断电源作间接接触防护的措施,措施的有效性检验如下:

- 通过目测断路器标称设置和熔断器电流额定值来检验关联的保护器件的特性;
- 测量故障环路阻抗。

例外:可获得故障环路阻抗的计算或保护导体电阻的计算以及当装置的配置允许检验导线的长度和截面积时,保护导体连续性检验可以代替测量。

A.4.2 故障环路阻抗的测量

故障环路阻抗的测量应使用符合 IEC 61557-3 规定的测量设备。应考虑测量结果的精确性和在测量设备文件中规定的要遵循的程序。

在预定的装置处,当起重机械连接到其频率与电源的标称频率相同的电源时,应进行测量。

注 1: 图 A.1 表明在机械上测量故障环路阻抗的典型配置。在试验期间如果不能连接电动机,在试验中,不使用的两相导体可以断开,例如拆去熔断器。

注 2: 故障回路阻抗测量通常只可能是在变频器的进线侧,而不是在变频器与电机之间(见 GB 12668.501)。在图 A.1 中的电机符号“M”可代表符合 IEC 61800 系列的电力驱动系统(PDS)。

故障环路阻抗的测量值应遵照 A.2 的规定。

A.4.3 导体电阻的测量值和故障条件下实际值之间差异的考虑

注: 在环境温度下进行测量,由于电流小,故障条件下则需要考虑导体的电阻随温度的提高而增加,以检验故障回路阻抗的测量值符合 A.2 的要求。

由于故障电流导体的电阻随温度的提高而增加,在下式中考虑:

$$Z_{S(m)} \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_0}{I_a}$$

式中:

$Z_{S(m)}$ —— Z_S 的测量值,单位为欧(Ω)。

图 A.1 如果故障环路阻抗的测量值大于 $2U_0/3I_a$,按照 GB/T 16895.23—2012 中 C.61.3.6.2 描述的程序进行更准确的评价。

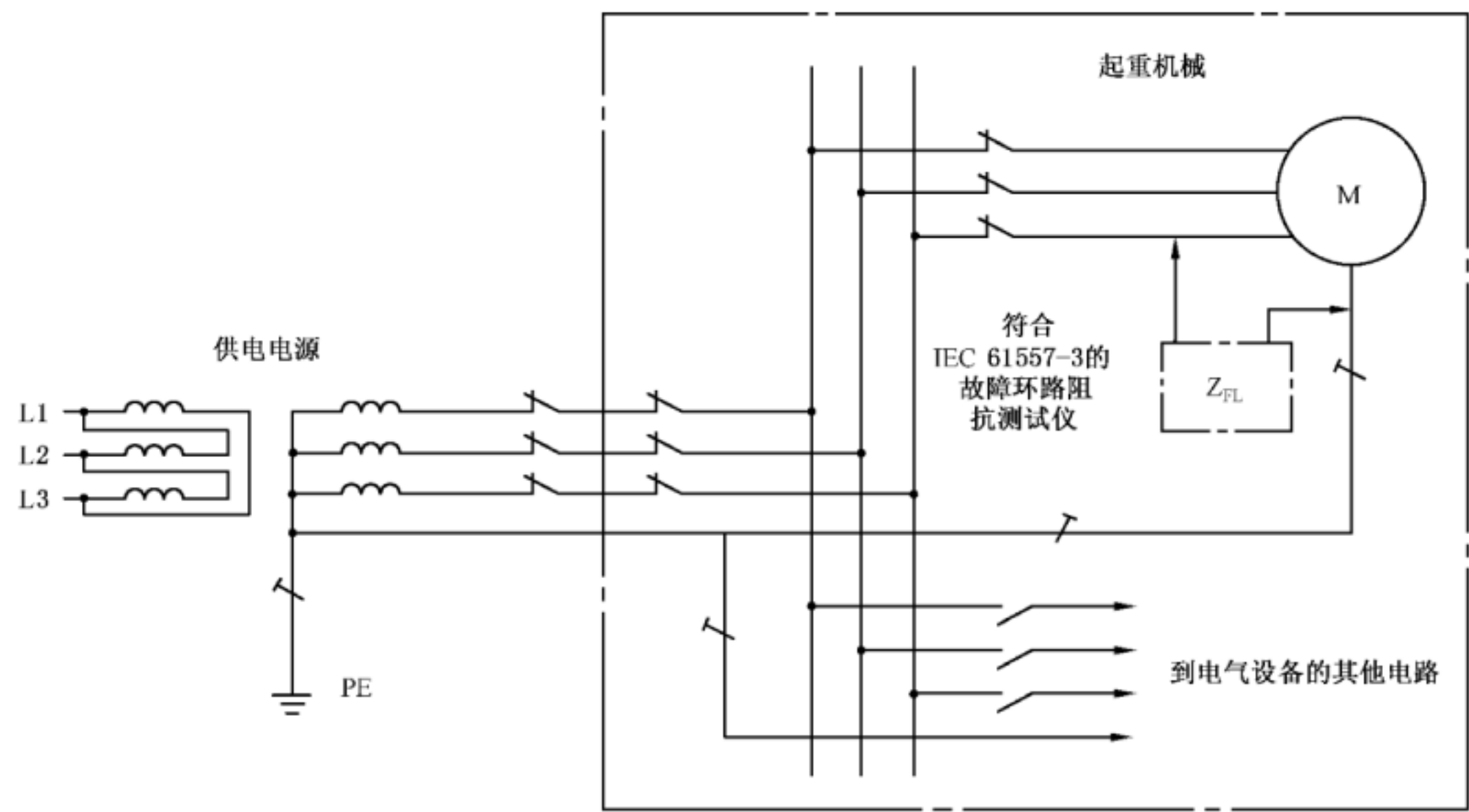


图 A.1 故障环路阻抗测量典型配置

附 录 B
(资料性附录)
起重机械电气设备查询表

建议由设备的预定用户提供下列信息。这些信息有助于用户和供方之间就基本条件和用户的附加要求达成一致,以确保起重机械电气设备的正确设计、使用和利用(见 4.1)。

制造厂/供方名称				
最终用户名称				
投标书/订单编号		日期		
起重机械型号		序列号		
1 特殊条件(见第 1 章)				
a) 起重机械在露天使用吗?	是		否	
b) 起重机械将用来处理或运输易燃、易爆或其他危险材料?	是/否		如果是请详细说明	
c) 起重机械是在可能爆炸或易燃的环境中使用吗?	是/否		如果是请详细说明	
d) 起重机械用于矿上吗?	是/否			
2 电源及有关条件(见 4.3)				
a) 预期的电压波动(如果超过±10%)				
b) 预期的频率波动(如果超过±2%)	持续		短时间	
c) 指明电气设备今后可能的变化,这种变化会对电源方面增加的要求				
d) 电源规定的中断如果比第 4 章规定的长,若电气设备在这样的条件下必须保持运行				
3 物理环境及运行条件(见 4.4)				
a) 电磁环境(见 4.4.2)	居住、商业或轻工业环境		工业环境	
规定条件或要求				
b) 环境温度范围				
c) 湿度范围				
d) 海拔				
e) 特殊环境条件(如腐蚀性气体、粉尘、潮湿环境)				
f) 辐射				
g) 振动、冲击				
h) 特殊的安装和工作要求(如阻燃的电缆和导线)				
i) 运输和存储(如温度超出 4.5 规定的范围)				

4 引入电源				
规定每个电源				
a) 标称电压(V)	AC		DC	
	若为 a.c.,相数		若为 a.c.,频率	
电源到起重机械接入点处的预期短路电流(kA r.m.s.)(见第 2 项)				
b) 电源的接地形式(见 IEC 60364-1)	TN(系统具有直接接地点,保护导体(PE)直接接到此点上); 如果规定接地点是中性点(星形中心点)或其他点		TT(系统具有直接接地点,但起重机械的保护导体(PE)不接到系统的接地点上)	
	IT(系统不直接接地)			
c) 电气设备是否连接电源中性线(N)? (见 5.1)	连接		不连接	
d) 起重机电源开关				
是否需切断中性线(N)	需要		不需要	
切断中性线(N)是否需要可移动的连接物?	需要		不需要	
所提供起重机电源开关的形式				
5 电击防护(见第 6 章)				
a) 在设备正常运行时,哪类人员可以接近电柜内部?	熟练(电气)技术人员		受过培训的(电气)人员	
b) 为扣紧门或盖而提供的锁是可取下钥匙的吗(见 6.2.2)?	是		不是	
6 设备的保护(见第 7 章)				
a) 电源线的过电流保护是由用户还是由供方提供?(见 7.2.2)				
过电流保护器件的形式和额定值				
b) 可直接起动的最大三相交流电动机功率(kW)				
c) 电动机过载检测器件的数目是否可以减少?(见 7.3)	是		否	
7 操作				
对于无线控制系统,当缺失有效信号时,自动引发起重机械停止的延迟时间。 (见 9.2.7.3)				
8 安装在操作面板和机械上的控制器件 (见第 10 章)				
特殊颜色优先(如与现有的机械一致)	起动		停止	
	其他			

9 控制设备			
外壳防护等级(见 11.3)或特殊条件:			
10 配线技术			
对于导线使用的标识有专门的方法吗? (见 13.2.1)	有		无
形式			
11 附件和照明(见第 15 章)			
a) 需要的插座形式是特殊的吗?	是		否
如果是,哪种形式?			
b) 配备的维修用插座带剩余电流保护器件(RCD)的附加保护吗?	有		无
c) 当起重机械设置照明时:	最高允许电压(V)		如果照明电路电压不是直接取自电源,则说明优选电压
12 标记、警示标志和参照代号(见第 16 章)			
a) 功能标识(见 16.3)			
b) 铭文/专用标记	在电气设备上吗?		用何种语言?
c) 认证标记	有		无
如果有,是哪种?			
13 技术文件(见第 17 章)			
a) 技术文件(见 17.1)	在何载体上?		用何种语言?
b) 由用户提供的管道、开式电缆托盘或电缆支架的尺寸、位置和用途(见 17.5)			
c) 如果特定机件或控制设备组件在运往安装位置时可能影响运输,则指明对尺寸或重量的特殊限制:	最大尺寸		最大重量
14 起重机械预定使用(见 12.4 和附录 D)			
每小时工作循环的平均次数是多少?(一个工作循环包括从起重机械吊运某一载荷开始到做好吊运下一个载荷的准备时为止的所有操作。)			
起重机械以此频率操作不出现间歇的预定时间是多长?			
间歇长度?			

附录 C
(资料性附录)

机械电气设备中导线和电缆的载流量和过电流保护

本附录的目的是在表 7(见第 12 章)的给定条件不同时(见表 7 注)为选择导线尺寸提供附加信息。

C.1 一般工作条件

C.1.1 环境温度

表 7 给出了环境温度 40 ℃时的 PVC 绝缘导线的载流量。对于其他环境温度,表 C.1 给出修正系数。
橡胶绝缘电缆用修正系数由电缆制造厂给出。

表 C.1 修正系数

环境温度/℃	修正系数
30	1.15
35	1.08
40	1.00
45	0.91
50	0.82
55	0.71
60	0.58
注:修正系数来源于 GB 16895.6。 在正常情况下 PVC 导线最高温度为 70 ℃。	

C.1.2 安装方法

在机械上,图 C.1 中所示的电柜与设备各单元之间的导线和电缆的安装方法视作为典型的方法(所用的字母按 IEC 60364-5-52):

- 方法 B1:用导管(见 3.8)和电缆槽盒系统(见 3.6)放置和保护导体或单芯电缆;
- 方法 B2:同 B1,但用于多芯电缆;
- 方法 C:在自由空间安装的多芯电缆,水平或垂直悬装壁侧,电缆之间无间隙;
- 方法 E:在自由空间安装的多芯电缆,水平或垂直装在开式电缆托盘上(见 3.5)。

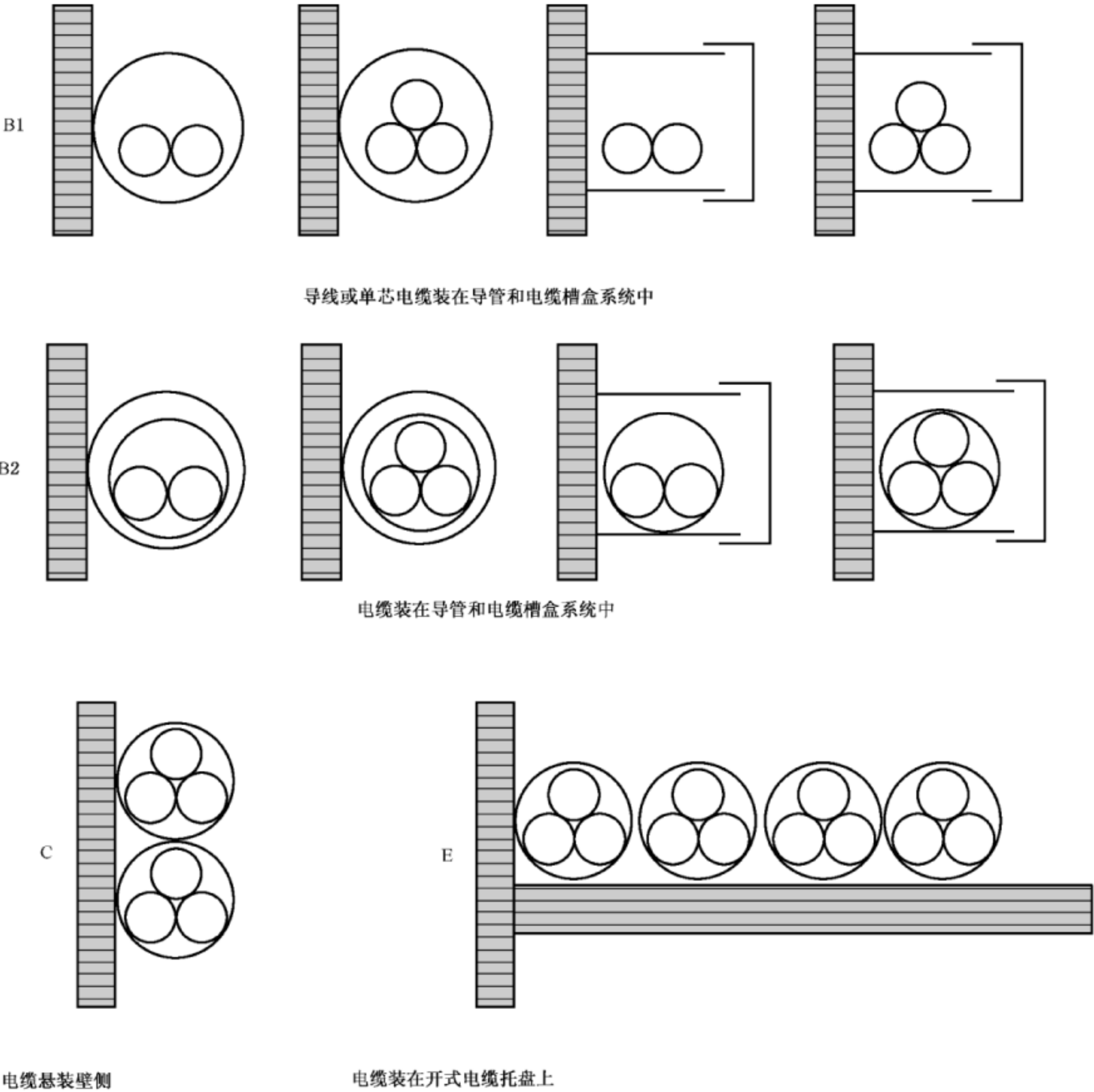


图 C.1 导线和电缆的安装方法

C.1.3 集聚安装

如果安装多条负载电缆/线对,则表 7 中的 I_z 值或由制造商给出的值应按表 C.2 或表 C.3 的规定减额使用。

注: 电路 $I_b < 30\% I_z$ 时不需要减额。

表 C.2 集聚安装用 I_z 减额系数

安装方法(见图 C.1)(见注 3)	负载导线/电缆数			
	2	4	6	9
B1(导线)、B2(电缆)	0.80	0.65	0.57	0.50
C 单层安装,电缆之间无间隙	0.85	0.75	0.72	0.70

表 C.2 (续)

安装方法(见图 C.1)(见注 3)	负载导线/电缆数			
	2	4	6	9
E 单层安装, 在一个穿孔托架上, 电缆之间无间隙	0.88	0.77	0.73	0.72
E 同上, 但有 2 个~3 个托架垂直放置, 各托架之间相距 300 mm(见注 4)	0.86	0.76	0.71	0.66
控制电路线对 $\leq 0.5\text{ mm}^2$ 与安装方法无关	0.76	0.57	0.48	0.40
注 1: 这些系数适用于: ——电缆, 负载相同, 电路加平衡负载; ——绝缘导线或电缆电路的分组, 允许的最高工作温度相同。 注 2: 同一系数适用于: ——2 组或 3 组单芯电缆; ——多芯电缆。 注 3: 系数来源于 IEC 60364-5-52:2001。 注 4: 穿孔电缆托盘是指其孔占基底面积超过 30% 的托架(源于 IEC 60364-5-52:2001)。				

表 C.3 10 mm² 以下(含 10 mm²)多芯电缆减额系数

负载导线或线对数	导线截面积 $>1\text{ mm}^2$ (见注 3)	线对(0.25 mm ² ~0.75 mm ²)
1	—	1.0
3	1.0	—
5	0.75	0.39
7	0.65	0.34
10	0.55	0.29
24	0.40	0.21
注 1: 适用于具有相等负载的导线/线对的多芯电缆。 注 2: 对于多芯电缆的集聚安装, 见表 C.2 减额系数。 注 3: 系数来源于 IEC 60364-5-52:2001。		

C.2 导线与过载保护器件间的协调

图 C.2 说明了导线参数和过载保护器件参数间的关系。

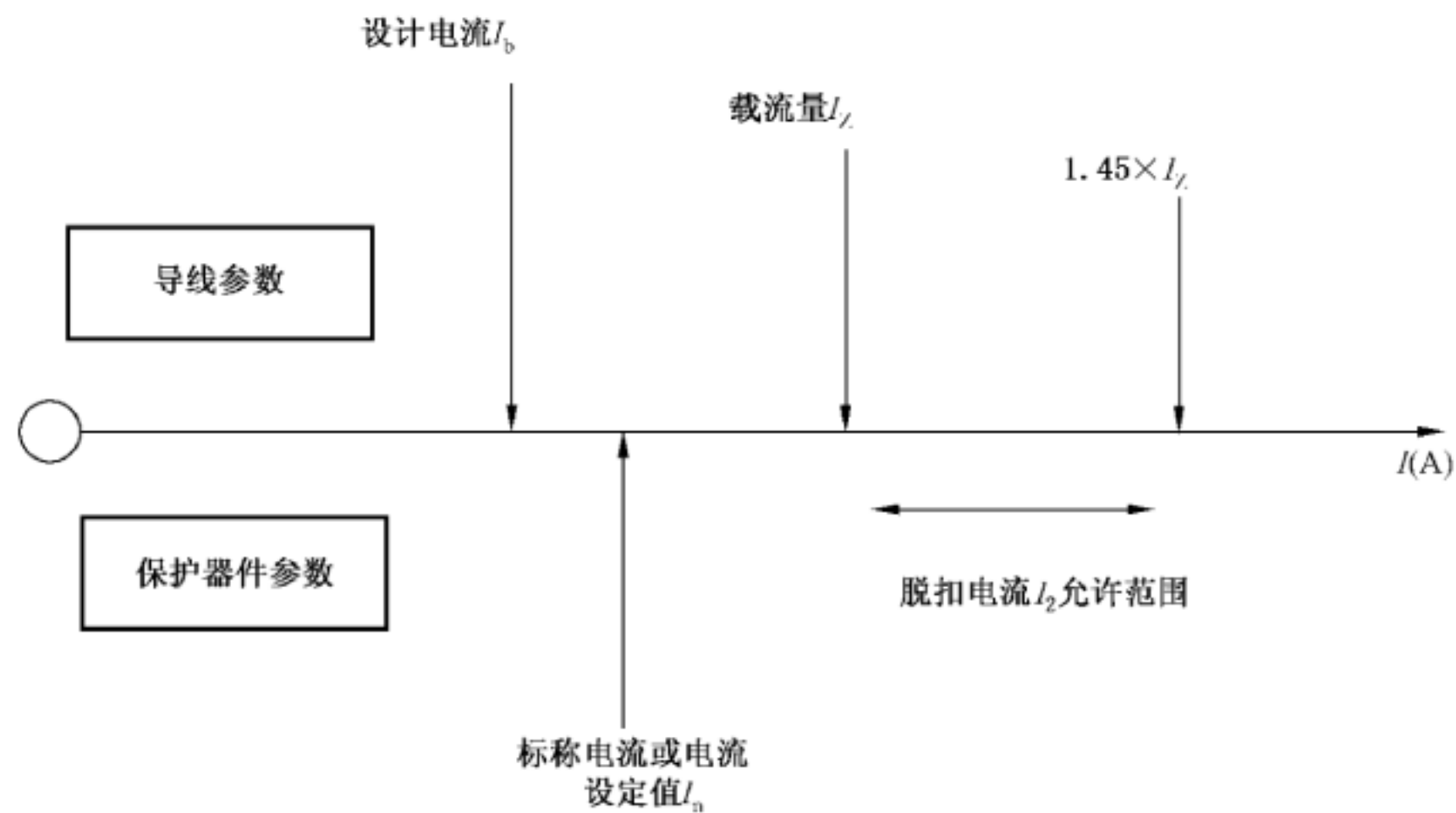


图 C.2 导线和保护器件的参数

电缆的正确保护要求防护电缆过载的保护器件(如过电流保护器件、电动机过载保护器件)满足下列两个条件:

$$\begin{aligned} I_b &\leq I_n \leq I_z \\ I_2 &\leq 1.45 \times I_z \end{aligned}$$

式中:

- I_b ——设计电路的电流,单位为安(A);
- I_z ——电缆的连续工作有效载流量,单位为安(A),按照表 7 对于特定安装条件;
 - 温度, I_z 的减额见表 C.1;
 - 集聚安装, I_z 的减额见表 C.2;
 - 多芯电缆, I_z 的减额见表 C.3。
- I_n ——保护器件的标称电流,单位为安(A)。

注 1: 对于可调整的保护器件,标定电流 I_n 是选择的电流整定值。

I_2 ——在规定的时间内(如 63 A 的保护器件为 1 h),保证保护器件有效动作的最小电流,单位为安(A)。

保证保护器件有效动作的电流 I_2 在产品标准中给出或由制造厂规定。

注 2: 对于电动机电路导线,导线的过载保护可由电动机的过载保护来提供,而短路保护则由短路保护器提供。

依照本条用于导线的过载保护,如果使用了兼有过载和短路两种保护的器件时,它既不在所有情况(如过载电流小于 I_2)下保证完全的保护,也不一定有经济的效果。因此,这种器件可能不适合会出现过载电流小于 I_2 的场合。

C.3 导线的过流保护

所有导线都要用接在所有带电导线中的保护器件进行过电流保护(见 7.2),使得在导线达到最高允许温度之前切断电缆中流动的任何短路电流。

注: 关于中性导线,见 7.2.3,第二段。

表 C.4 正常和短路条件下导线允许的最高温度

绝 缘 种 类	正常条件下导线最高温度 ℃	短路条件下导线短时极限温度 ^a ℃
聚氯乙烯(PVC)	70	160
橡胶	60	200
交联聚乙烯(XLPE)	90	250
乙烯丙烯混合(EPR)	90	250
硅橡胶(SiR)	180	350
注：当导线短时极限温度高于 200 ℃时，镀锡和裸铜导线都不适用。镀银或镀镍的铜导线适用于高于 200 ℃的情况。		
^a 这些值是基于短路时间不超过 5 s 的假定绝热性能。		

事实上，当保护器件在电流 I 作用下，在绝不超过 t 的时间内使电路切断便能达到 7.2 的要求，此处 $t < 5\text{ s}$ 。

时间 t 值(以秒为单位)应按下式计算：

$$t = (k \times S / I)^2$$

式中：

S ——截面积，单位为平方毫米(mm^2)；

I ——用交流方均根值表达的有效短路电流，单位为安(A)；

k ——采用下列材料绝缘的铜导线的系数：

聚氯乙烯	115
橡胶	141
硅橡胶	132
交联聚乙烯	143
乙烯丙烯混合物	143

只要按表 7 选择额定电流 I_n 时，其中 $I_n \leq I_z$ ，则采用 gG 或 gM 型特性的熔断器(见 IEC 60269-1)和按照 IEC 60898 的 B 型和 C 型特性断路器可确保不超过表 C.4 中温度的限值。

附 录 D
(资料性附录)
断续工作制导线的选取

D.1 概述

依据导线的工作周期和发热时间常数之间的关系选择导线尺寸的特定应用情况,应咨询导线制造商。断续工作制下的导线应按照制造商的说明书来选择。如果得不到这些信息,可以使用本附录中的准则。

D.2 中提供的方法假定了由导通时间和断开时间组成的周期。在导通期间,电流是个常数,在断开期间没有电流。周期时间(导通时间加断开时间)假定为 10 min。

如果周期时间不是 10 min,可以按照 D.3 来计算。

在一些实际应用中,导通期间电流是变化的,且周期时间也有可能变化。反映这些变化的热等效电流可以通过 D.4 计算出来。

D.2 以 10 min 为周期的断续工作制

断续工作制的导线选择宜参照导线制造商的说明书。如果得不到这些信息,可以使用本条款中的准则。

表 D.1 定义了 在断续工作制下工作周期是 10 min 时,导线载流量的修正系数 f_{ED} 。

修正系数取决于负载周期持续时间与导线发热时间常量的比较。断续应用包括:

- 导通时间(T_a)和
- 断开时间(T_i)。

表 D.1 以 10 min 为周期的修正系数

截面积 mm ²	以 10 min 为周期的 f_{ED} $T_a/(T_a+T_i)$			
	0.6	0.4	0.25	0.15
1.5	1.044	1.120	1.265	1.505
2.5	1.058	1.150	1.315	1.580
4	1.075	1.183	1.369	1.660
6	1.092	1.215	1.421	1.737
10	1.116	1.260	1.493	1.842
16	1.139	1.303	1.561	1.942
25	1.161	1.344	1.626	2.037
35	1.177	1.373	1.673	2.105
50	1.193	1.403	1.719	2.173
70	1.207	1.429	1.760	2.231
95	1.219	1.450	1.793	2.280

表 D.1 (续)

截面积 mm ²	以 10 min 为周期的 f_{ED} $T_a/(T_a + T_i)$			
	0.6	0.4	0.25	0.15
120	1.227	1.464	1.816	2.314
150	1.234	1.477	1.836	2.343
185	1.240	1.488	1.854	2.369
240	1.247	1.501	1.874	2.397
300	1.252	1.510	1.888	2.419

D.3 以任意时间为周期的断续工作制

如果工作周期持续时间小于 10 min,可能使用比表 D.1 中更大的修正系数,如果周期持续时间大于 10 min,宜使用更小的修正系数。任意工作周期下的修正系数可使用下列公式计算。

$$f_{ED} = \sqrt{\frac{1 - e^{-\left(\frac{T_a + T_i}{T}\right)}}{1 - e^{-\left(\frac{T_a}{T}\right)}}$$

式中:

T ——导线发热时间常数,可以从表 D.2 中获得。

表 D.2 导线发热时间常数

截面积 mm ²	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
T min	2.7	3.1	3.6	4.2	5.2	6.4	7.9	9.4	11.3	13.6	16.1	18.4	21.0	23.7	27.7	31.8

D.4 热等效电流计算

对于周期性断续工作制的应用(如电动机发生频繁起动的场合),建议选择导线时使用热等效电流 I_q 。 I_q 也用于与过电流保护相协调。 I_q 计算公式如下:

$$I_q = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N I_k^2 \times t_k}{t_s}}$$

式中:

I_q ——热等效电流,单位为安(A);

t_s ——周期时间,单位为秒(s);

I_k ——工作周期段的电流,单位为安(A);

t_k ——工作周期段的时间,单位为秒(s)。

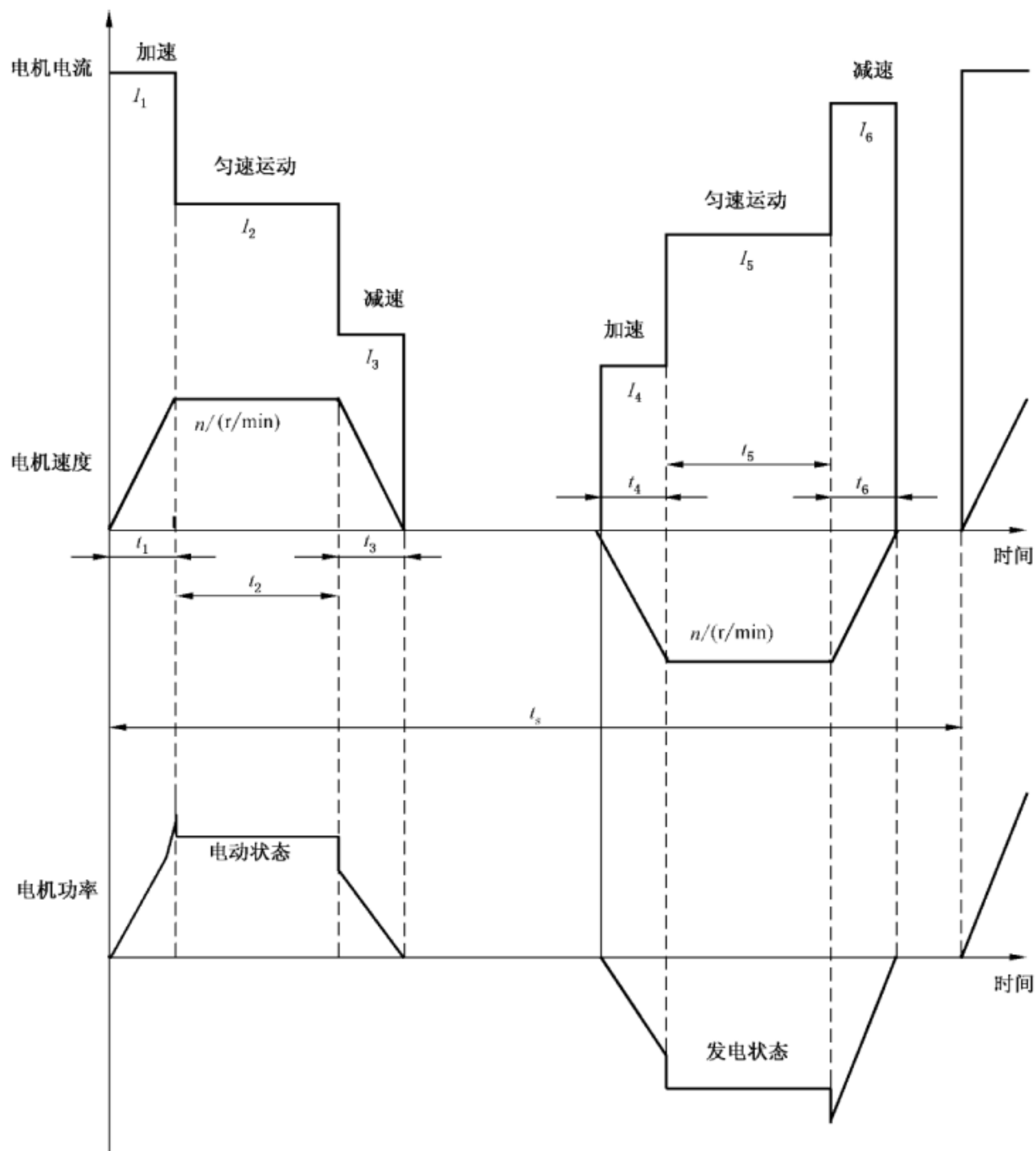


图 D.1 变速交流起升驱动机构工作周期段的电流和时间示例

例如,对于图 D.1 中工作周期的热等效电流可按下列公式计算:

$$I_q = \sqrt{\frac{I_1^2 \times t_1 + I_2^2 \times t_2 + I_3^2 \times t_3 + I_4^2 \times t_4 + I_5^2 \times t_5 + I_6^2 \times t_6}{t_s}}$$

附 录 E
(资料性附录)
紧急操作功能的解释

注：本附录所包含的这些概念是为了便于读者理解这些术语，虽然本部分仅使用其中的两条。

紧急操作

紧急操作是指用来尽可能快地消除可能已意外发生的危险的一种操作。

紧急操作包括如下单独的和组合的操作：

- 紧急停止；
- 紧急起动；
- 紧急断开；
- 紧急接通。

紧急停止

是指用于停止已变得危险的某种过程或运动的一种紧急操作。

紧急起动

是指用于起动某种过程或运动以消除或避免危险情况的一种紧急操作。

紧急断开

是指在有电击或其他电源性危险的场合用于断开一套设施的全部或部分电源的一种紧急操作。

紧急接通

是指用于接通预期用于紧急情况的一套设施的部分电源的一种紧急操作。

附 录 F
(资料性附录)
常用导线截面积的对照表

表 F.1 提供了美国线规(AWG)与平方毫米、平方英寸和圆密耳表示的导线截面积对照。

表 F.1 电缆尺寸对照表

导线尺寸 mm ²	线规号 AWG	截面积		20 ℃时铜导线的 直流电阻 Ω/km	圆密耳
		mm ²	in ²		
0.2		0.196	0.000 304	91.62	387
	24	0.205	0.000 317	87.60	404
0.3		0.283	0.000 438	63.46	558
	22	0.324	0.000 504	55.44	640
0.5		0.500	0.000 775	36.70	987
	20	0.519	0.000 802	34.45	1 020
0.75		0.750	0.001 162	24.80	1 480
	18	0.823	0.001 272	20.95	1 620
1.0		1.000	0.001 550	18.20	1 973
	16	1.31	0.002 026	13.19	2 580
1.5		1.500	0.002 325	12.20	2 960
	14	2.08	0.003 228	8.442	4 110
2.5		2.500	0.003 875	7.56	4 934
	12	3.31	0.005 129	5.315	6 530
4		4.000	0.006 200	4.700	7 894
	10	5.26	0.008 152	3.335	10 380
6		6.000	0.009 300	3.110	11 841
	8	8.37	0.012 967	2.093	16 510
10		10.000	0.001 550	1.840	19 735
	6	13.3	0.020 610	1.320	26 240
16		16.000	0.024 800	1.160	31 576
	4	21.1	0.032 780	0.829 5	41 740
25		25.000	0.038 800	0.734 0	49 338
	2	33.6	0.052 100	0.521 1	66 360
35		35.000	0.054 200	0.529 0	69 073
	1	42.4	0.065 700	0.413 9	83 690
50		47.000	0.072 800	0.391 0	92 756

温度非 20 °C 时,电阻可以使用下式计算:

$$R = R_1 [1 + 0.003\ 93(t - 20)]$$

式中:

R_1 ——20 °C 时的电阻;

R —— t °C 时的电阻。

附录 NA

(资料性附录)

与规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件

- GB/T 755—2008 旋转电机 定额和性能(IEC 60034-1:2004,IDT)
- GB/T 4942.1—2006 旋转电机整体结构的防护等级(IP代码)-分级(IEC 60034-5:2000,IDT)
- GB/T 13002—2008 旋转电机 热保护(IEC 60034-11:2004,IDT)
- GB/T 4025—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则(IEC 60073:2002,IDT)
- GB/T 4026—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子和导体终端的标识(IEC 60445:2006,IDT)
- GB/T 4205—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 操作规则(IEC 60447:2004,IDT)
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP代码)(IEC 60529:2013,IDT)
- GB/T 4728(所有部分) 电气简图用图形符号 [IEC 60617(所有部分)]
- GB/T 4772.1—1999 旋转电机尺寸和输出功率等级 第1部分:机座号56~400和凸缘号55~1 080(IEC 60072-1:1991,IDT)
- GB/T 4772.2—1999 旋转电机尺寸和输出功率等级 第2部分:机座号355~1 000和凸缘号1 180~2 360(IEC 60072-2:1990,IDT)
- GB/T 5094(所有部分) 工业系统、装置与设备以及工业产品 结构原则与参照代号[IEC 61346(所有部分)]
- GB/T 5465.1—2009 电气设备用图形符号 第1部分:概述与分类(IEC 60417 DB:2007,MOD)
- GB/T 5465.2—2008 电气设备用图形符号 第2部分:图形符号(IEC 60417 DB:2007,IDT)
- GB/T 7251.1—2013 低压成套开关设备和控制设备 第1部分:总则(IEC 61439-1:2011,IDT)
- GB/T 7947—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 导体颜色或字母数字标识(IEC 60446:2007,IDT)
- GB/T 10963(所有部分) 电气附件 家用及类似场所用过电流保护断路器[IEC 60898(所有部分)]
- GB/T 11918.1—2014 工业用插头插座和耦合器 第1部分:通用要求[IEC 60309-1:2012,MOD]
- GB/T 14048.3—2008 低压开关设备和控制设备 第3部分:开关、隔离器、隔离开关以及熔断器组合电器(IEC 60947-3:2005,IDT)
- GB/T 14048.4—2010 低压开关设备和控制设备 第4-1部分:接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)(IEC 60947-4-1:2009 Ed.3.0,MOD)
- GB/T 14048.5—2008 低压开关设备和控制设备 第5-1部分:控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器(IEC 60947-5-1:2003,MOD)
- GB/T 16273.1—2008 设备用图形符号 第1部分:通用符号(ISO 7000:2004,NEQ)
- GB/T 16855.2—2015 机械安全 控制系统安全相关部件 第2部分:确认
- GB/T 16895.1—2008 低压电气装置 第1部分:基本原则、一般特性评估和定义(IEC 60364-1:2005 Ed.4.0,IDT)
- GB/T 17045—2008 电击防护 装置和设备的通用部分(IEC 61140:2001,IDT)
- GB/T 17627.2—1998 低压电气设备的高电压试验技术 第二部分:测量系统和试验设备(eqv IEC 61180-2:1994)

GB/T 18209(所有部分) 机械电气安全 指示、标志和操作[IEC 61310(所有部分)]

GB/T 18216.3—2012 交流 1 000 V 和直流 1 500 V 以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第 3 部分:环路阻抗(IEC 61557-3:2007, IDT)

GB/T 18380(所有部分) 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验[IEC 60332(所有部分)]

GB/T 19045—2003 明细表的编制(IEC 62027:2000, IDT)

GB/T 19212.7—2012 电源电压为 1 100V 及以下的变压器、电抗器、电源装置和类似产品的安全 第 7 部分:安全隔离变压器和内装安全隔离变压器的电源装置的特殊要求和试验(IEC 61558-2-6:2009, IDT)

GB/T 19529—2004 技术信息与文件的构成(IEC 62023:2000, IDT)

GB/T 19671—2005 机械安全 双手操纵装置 功能状况及设计原则(ISO 13851:2002, MOD)

GB/T 19678—2005 说明书的编制 构成、内容和表示方法(IEC 62079:2001, IDT)

GB 28526—2012 机械电气安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全(IEC 62061:2005, IDT)

参 考 文 献

- [1] GB/T 156—2007 标准电压
- [2] GB/T 999—2008 直流电力牵引额定电压
- [3] GB/T 2099.1—2008 家用和类似用途插头插座 第1部分:通用要求
- [4] GB/T 2900.13—2008 电工术语 可信性与服务质量
- [5] GB/T 2900.25—2008 电工术语 旋转电机
- [6] GB/T 2900.70—2008 电工术语 电气附件
- [7] GB/T 2900.71—2008 电工术语 电气装置
- [8] GB/T 2900.73—2008 电工术语 接地与电击保护
- [9] GB/T 3956—2008 电缆的导体
- [10] GB/T 12668(所有部分) 调速电气传动系统
- [11] GB/T 13534—2009 颜色标志的代码
- [12] GB/T 13539.1—2015 低压熔断器 第1部分:基本要求
- [13] GB/T 14048.10—2016 低压开关设备和控制设备 第5-2部分:控制电路电器和开关元件 接近开关
- [14] GB/T 14048.20—2013 低压开关设备和控制设备 第5-8部分:控制电路电器和开关元件 三位使能开关
- [15] GB/T 15544.1—2013 三相交流系统短路电流计算 第1部分:电流计算
- [16] GB/T 17465.1—2009 家用和类似用途器具耦合器 第1部分:通用要求
- [17] GB/T 17799.1—2017 电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的抗扰度
- [18] GB/T 17799.2—2003 电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验
- [19] GB/T 17799.4—2012 电磁兼容 通用标准 工业环境中的发射
- [20] GB/T 18657.1—2002 运动设备及系统 第5部分:传输规约 第1篇:传输帧格式
- [21] GB/T 19212.18—2006 电力变压器、电源装置和类似产品的安全 第18部分:开关型电源用变压器的特殊要求
- [22] GB/T 19215.1—2003 电气安装用电缆槽管系统 第1部分:通用要求
- [23] GB/T 19215.2—2003 电气安装用电缆槽管系统 第2部分:特殊要求 第1节:用于安装在墙上或天花板上的电缆槽管系统
- [24] GB/T 19215.3—2012 电气安装用电缆槽管系统 第2部分:特殊要求 第2节:安装在地板下和与地板齐平的电缆槽管系统
- [25] GB/T 19436.1—2013 机械电气安全 电敏保护设备 第1部分:一般要求和试验
- [26] GB/T 19670—2005 机械安全 防止意外启动
- [27] GB/T 21714(所有部分) 雷电防护
- [28] IEC 60050-441 International Electrotechnical Vocabulary (IEV)—Chapter 441: Switch-gear, controlgear and fuses
- [29] IEC 60204-11 Safety of machinery—Electrical equipment of machines—Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV
- [30] IEC 60204-31 Safety of machinery—Electrical equipment of machines—Part 31: Particular safety and EMC requirements for sewing machines, units, and systems
- [31] IEC 60287 (all parts) Electric cables—Calculation of the current rating
- [32] IEC 60335 (all parts) Household and similar electrical appliances—Safety

- [33] IEC 60364 (all parts) Low-voltage electrical installations
- [34] IEC 60898 (all parts) Electrical accessories—Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations
- [35] IEC 61000-5-2 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 5: Installation and mitigation guidelines—Section 2: Earthing and cabling
- [36] IEC 61180-2 High-voltage test techniques for low-voltage equipment—Part 2: Test equipment
- [37] IEC/TR 61200-53 Electrical installation guide—Part 53: Selection and erection of electrical equipment—Switchgear and controlgear
- [38] IEC 61557 (all parts) Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c.—Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures
- [39] IEC 61984 (all parts) Connectors—Safety requirements and tests
- [40] IEC 61000-6-3:2006 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 6-3: Generic standards—Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
- [41] IEC Guide 106 Guide for specifying environmental conditions for equipment performance rating
- [42] ISO 14122-1:2001 Safety of machinery—Permanent means of access to machinery—Part 1: Choice of fixed means of access between two levels
- [43] ISO 14122-2:2001 Safety of machinery—Permanent means of access to machinery—Part 2: Working platforms and walkways
- [44] ISO 14122-3:2001 Safety of machinery—Permanent means of access to machinery—Part 3: Stairs, stepladders and guard-rail
- [45] CENELEC HD 516 S2 Guide to use of low-voltage harmonized cables

索 引

本索引按英文对应词的首字母顺序列出了第3章中定义的术语,并指出它们在本部分正文中使用的地方。

A

actuator	操动器	3.1,3.20,5.3.6.2,9.2.5.4.1,9.2.7.2,9.3.4,10.2.1,10.2.2,10.4,10.6,10.7.3,10.8.2,10.8.3,10.9,14.6
Ambient(air) temperature	环境温度	3.2,4.4.3,12.1,12.4 表 5,A.4.3,附录 B3,C.1.1

B

barrier	遮栏	3.3,3.22,3.26,3.27,3.35,5.3.6.1,6.2.1,6.2.2,6.2.5,11.2.1,11.2.2,12.7.1,13.1.3,13.4.3
---------	----	--

C

cabin controlled hoisting machine	司机室操纵的起重机械	3.4,9.2.5.1
cable tray	电缆托盘	3.5,13.4.2,13.5.1,17.4,附录 B13,C.1.2,C.1.3
cable trunking system	电缆槽盒系统	3.6,3.21,13.1.3,13.4.2,13.5.1,13.5.7,C.1.2
concurrent	联合引发	3.7,9.2.5.2,9.2.5.7
conduit	导管	3.8,3.21,13.1.1,13.1.3,13.4.2,13.4.3,13.5.1,13.5.3,13.5.4,14.4,C1.2
control circuit	控制电路	3.9,3.10,3.53,4.1,4.2.2,5.3.8,5.4,7.2.4,8.3.2,9.1,9.1.1,9.1.2,9.1.3,9.4.1,9.4.2.1,9.4.2.2,9.4.2.3,9.4.3.1,9.4.3.3,11.2.2,12.2 表 5,12.3 表 7,12.7.8,13.2.4,13.4.5,C.1.3 表 C.2
control device	控制器件	3.10,3.7,3.24,3.25,3.36,7.1,9.1,9.1.1,9.2.4,9.2.5.2,9.2.6.1,9.2.6.3,9.2.6.4,9.3.4,9.4.2.1,10.1.1,10.1.2,10.1.3,10.1.5,10.5,10.9,10.2.1,10.2.2,13.3,16.3,16.5,17.6,附录 B8
controlgear	控制设备	3.11,6.3.2.2,9.2.5.4.3,11.1,11.2.1,11.2.2,11.3,11.5.1,11.5.2,16.4,附录 B9,附录 B13
controlled stop	可控停止	3.12,9.2.2
crane	起重机	3.13,图 1,图 2,1,4.3.2,4.6,5.3.8,7.8,7.9,8.2.1,8.2.6,9.2.7.5,10.7.1,12.7.1
crane-disconnector	起重机隔离器	3.14,5.3.1,5.3.2,图 3,5.3.6.1,5.3.6.2,5.3.8,5.4,5.5,6.2.2,7.9,10.7.4,10.8.4,12.7.1,15.1,15.2.2,16.2.1

crane-supply-switch	起重机电源开关	3.15,1,4.3.1,4.3.2,5.1,5.3.1,5.3.2 图 3,5.3.5,5.3.6.1,6.2.2,7.9,9.2.5.4.2,10.7.4,10.8.4,12.5,16.2.1 附录 B4
crane-switch	起重机开关	3.16,4.3.2,5.3.1,5.3.2 图 3,5.3.6.1,5.3.7.1,5.3.7.2,7.1,9.2.5.4.2,9.2.7.2,9.2.7.3
current-carrying capacity	载流量	3.17,3.50,7.2.8,8.2.3,12.4,12.6.3,C.2

D

direct contact	直接接触	3.18,3.3,3.27,3.49,6.1,6.2.1,6.2.2,6.2.4,6.4.1,9.2.5.4.3,10.1.3,12.7.1
direct opening action	直接断开操作	3.19,9.4.2.1,10.1.4,10.8.2
disconnecting device	隔离器件	3.20,3.14,5.3.3,5.3.7.2,5.5,5.6,6.2.2,7.2.3,18.2.2
duct	管道	3.21,7.2.8,8.2.3,12.3,12.7.8,13.1.3,13.3,13.4.1,13.4.2,13.5.1,13.5.2,17.4,附录 B 13

E

electrical operating area	电气工作区	3.22,5.5,9.2.5.4,11.3,11.5.2
electronic equipment	电子设备	3.23,1,4.3.3,9.4.2.3
emergency stop device	急停器件	3.24,9.2.4,9.2.7.3,10.7,10.8.1
emergency switching off device	紧急断开器件	3.25,5.3.5.3,10.8
enclosed electrical operating area	封闭电气工作区	3.26,5.4,5.6,6.2.2,8.2.4,15.1
enclosure	外壳	10.1.1,10.8.1,10.8.2,11.2.1,11.2.2,11.3,11.4,11.5.1,11.5.3,12.2,12.4,12.7.1,12.7.8,13.3,13.4.1,13.4.2,13.4.5,13.5.6,14.2,15.1,15.2.2,16.2.1,16.4,16.5,附录 B 5,附录 B 9,C.1.2
equipment	设备	3.28,1,3.2,3.6,3.9,3.11,3.22,3.23,3.26,3.27,3.30,3.34,3.47,3.53,3.58,3.63,3.66,3.68,3.70,4.1,4.2.2,4.2.3,4.3.1,4.3.3,4.4,4.5,4.6,4.7,5.1,5.2,5.3.3,5.3.5.2,5.3.6.1,5.3.7.1,5.3.8,5.4,5.5,6.1,6.2.1,6.2.2,6.2.4,6.3.1,6.3.2.1,6.3.2.2,6.4.1,7,7.1,7.2.2,7.2.5,7.7,7.9,8.1,8.2.1,8.2.2,8.2.3,8.2.7,8.4,9.2,9.2.5.4.2,9.4.1,9.4.2.3,11.1,11.2.1,11.2.2,11.3,11.4,11.5.1,11.5.3,12.2,12.3,12.4,12.7.6,13.3,13.4.2,13.4.5,13.5.3,14.1,14.5,15.1,15.2,16.2.1,16.2.2,16.3,16.4,16.5,17,18.1,18.2.3,18.3,18.4,18.6,18.7,A.1,A.3,A.4.2,附录 B,附录 C,C.1.2
equipotential bonding	等电位联结	3.29,3.34,3.54,8,8.1
exposed conductive part	外露可导电部分	3.30,3.38,3.56,6.3.1,6.3.2.3,6.3.3,7.2.3,8.2.1,8.2.3,8.2.5,8.4,A.1,A.2,A.3

extraneous conductive part	外界可导电部分	3.31, 3.56, 8.2.1, A.3
----------------------------	---------	------------------------

F

failure	失效	3.32, 3.33, 3.55, 4.1, 5.3.8, 7.2.10, 8.1, 8.2.5, 8.3, 9.3.4, 9.4, 9.4.1, 9.4.2, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 9.4.3.2
---------	----	--

fault	故障	3.33, 3.30, 3.32, 3.38, 3.51, 3.64, 4.1, 6.1, 6.3.2.2, 6.3.2.3, 6.3.3, 6.4.2, 7.1, 7.2.9, 7.7, 8.1, 8.2.1, 8.2.7, 9.2.5.1, 9.2.7.2, 9.2.7.3, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 17.6, 18.2.2, 18.2.3 表 10+11, A.1, A.2, A.4.1, A.4.2, A.4.3
-------	----	--

functional bonding	功能联结	3.34, 4.4.2, 8.1, 8.3
--------------------	------	-----------------------

G

guard	防护装置	3.35, 3.41, 3.60, 9.3.1, 9.4.1, 9.4.2.3, 10.7.2, 12.7.1, 17.2
-------	------	---

H

hand-held direct-control device	手持直接控制器件	3.36, 9.1, 10.1.1
---------------------------------	----------	-------------------

hazard	危害	3.37, 3.40, 3.60, 3.61, 3.65, 4.1, 5.4, 6.2.2, 6.2.4, 8.2.5, 9.2.5.4.1, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.3, 9.4.2.3, 10.7.1, 11.2.3, 12.1, 12.3, 13.1.4, 16.2.1, 16.2.2, 17.2
--------	----	---

I

indirect contact	间接接触	3.38, 6.1, 6.3, 8.1, 10.1.1, 15.1, 18.1, 附录 A
------------------	------	---

inductive power supply system	感应电源系统	3.39, 5.5, 13.1.4
-------------------------------	--------	-------------------

(electrically) instructed person	受过培训的(电气)人员	3.40, 3.22, 3.26, 5.5, 6.2.2, 12.7.1, 附录 B 5
----------------------------------	-------------	--

interlock (for safeguarding)	(安全防护用)联锁	3.41, 5.3.3, 5.3.5.1, 5.3.2.3, 5.3.8, 5.6, 6.2.2, 9.2.5.1, 9.2.5.2, 9.2.5.3, 9.3, 9.3.1, 9.3.3, 9.3.4, 9.4.1, 9.4.2.3, 11.2.2, 13.4.5, 17.2
------------------------------	-----------	---

L

limiting device	限制装置	3.42, 9.2.5.1, 9.3.2
-----------------	------	----------------------

live part	带电部分	3.43, 3.18, 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4, 6.3.1, 6.3.2.3, 6.3.3, 6.4.1, 8.2.5, 8.2.7, 11.5.4, 12.7.1, 13.4.5, 13.4.7, A.1
-----------	------	--

M

machine actuator	机械执行机构	3.44, 3.12, 3.45, 3.69, 9.2.2, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.3, 9.3.4, 14.6
------------------	--------	--

machinery(machine)	机械(机器)	3.45,3.33,附录 B 8
manually controlled hoisting machine	手动控制起重机械	3.46,7.5,9.2.5.1,9.2.5.5
marking	标记	3.47,5.3.6.1,6.2.2,9.4.3.1,10.2.2,11.2.1,11.2.2,13.1.1, 13.2.2,16,16.1,16.3,16.4,附录 B 12

N

neutral conductor (symbol N)	中性导体(符号 N)	3.48,5.1,5.3.3,7.2.3,7.3.2,9.4.3.1,12.7.2,13.2.3,13.2.4,附录 B 4,C.3
---------------------------------	------------	---

O

obstacle	阻挡物	3.49,6.2.1,6.2.2,6.2.6,9.2.5.4.3,11.2.1,12.7.1
overcurrent	过电流	3.50,3.51,3.64,6.3.3,7.1,7.2.1,7.2.2,7.2.3,7.2.4,7.2.5,7.2.6, 7.2.7,7.2.8,7.2.9,7.2.10,7.7,8.2.4,9.1.3,9.4.3.1,9.4.4,14.1, 14.6,15.1,15.2.2,17.4,18.2.2,A.1,A.2,附录 B 6,C.2,C.3,D.4
overload (of a circuit)	(电路的)过载	3.51,7.1,7.3.1,7.3.2,7.3.3,9.2.5.5,9.4.3.1,14.1,14.6,15.1,附 录 B 6,C.2

P

plug/socket- combination	插头/插座组合	3.52,5.3.2,5.3.3,5.3.6.2,5.6,8.2.4,11.2.1,13.1.2,13.3,13.4.5, 13.4.6,18.2.3 表 10
power circuit	动力电路	3.53,3.36,3.45,4.1,7.2.3,9.1.1,11.2.2,12.2 表 5,12.7.8, 13.2.4,18.3,18.4
protective bonding	保护联结	3.54,3.55,3.56,6.3.3,8.1,8.2.1,8.2.6,8.2.7,12.7.8,13.4.5, 15.1,A.1,A.4
protective bonding cir- cuit	保护联结电路	3.55,5.1,6.4.1,7.2.4,8.1,8.2.1,8.2.3,8.2.4,8.2.5,8.2.7,8.4, 9.1.1,9.4.2.1,9.4.3.1,12.7.2,13.1.1,13.4.5,13.5.1,15.1, 15.2.1,18.2.2,18.2.3,18.3,18.4,A.3
protective conductor	保护导体	3.56,3.55,5.1,5.2,8.2.1,8.2.2,8.2.3,8.2.6,8.2.7,8.4,12.7.2, 12.7.3,12.7.4,13.1.1,13.1.2,13.2.2,13.2.4,18.2.2,A.1,A.2, A.4.1 附录 B 4

R

redundancy	冗余技术	3.57,9.4.1,9.4.2.2
reference designation	参照代号	3.58,11.2.1,16.5,17.3,17.9,附录 B 12
risk	危险	3.59,3.25,3.40,3.43,3.54,3.61,3.62,3.65,4.1,4.2,5.4,6.3.1, 7.5,7.9,9.2.5.3,9.2.5.4.1,9.2.5.4.2,9.2.6.2,9.2.7.3,9.2.7.5, 9.3.2,9.4.1,9.4.2,10.8.1,11.4,11.5.1,13.1.1,13.4.2,16.2.1, 16.2.2,17.2,附录 E

S

safeguard	安全防护装置	3.60, 9.3.1, 17.2
safeguarding	安全防护	3.61, 3.41, 4.1, 9.2.4, 17.2, 18.6
safety-related control function (safety-related control circuit)	安全相关控制功能 (安全相关控制电路)	3.62, 4.2.2, 9.2, 9.4.3, 10.1.4, 12.3
servicing level	维修平台	3.63, 5.3.4, 10.1.2, 11.2.1
short-circuit current	短路电流	3.64, 7.2.9, 7.2.10, 12.7.8, 附录 B 4, C.3
(electrically) skilled person	熟练(电气)技术人员	3.65, 3.22, 3.26, 3.40, 5.5, 6.2.2, 12.7.1, 附录 B 5
supplier	供方	3.66, 4.1, 4.2.2, 4.3.1, 4.4.1, 4.4.7, 4.4.8, 4.5, 4.7, 6.2.2, 7.2.2, 10.3.2, 11.2.2, 12.3, 13.2.1, 16.3, 16.4, 17.3, 17.9, A.2, 附录 B, 附录 B 6
switching device	开关电器	3.67, 3.11, 3.15, 3.16, 3.36, 5.3, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4, 6.2.4, 7.2.10, 7.3.2, 8.2.4, 9.2.5.3, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.3, 9.4.2.1, 13.4.4, 13.4.5

T

terminal	端子	3.68, 3.56, 4.4.2, 5.1, 5.2, 6.2.2, 6.4.2, 7.2.7, 7.9, 8.2.1, 8.2.6, 8.2.7, 9.4.3.1, 11.2.1, 11.2.2, 11.5.1, 13.1.1, 13.1.2, 13.3, 13.4.4, 13.4.6, 13.4.7, 14.4, 17.6, 18.2.2, 18.2.3 表 10, A.4
----------	----	---

U

uncontrolled stop	不可控停止	3.69, 9.2.2
user	用户	3.70, 1, 3.66, 4.1, 4.3.1, 4.3.2, 4.4.1, 4.4.7, 4.4.8, 4.5, 7.3.2, 10.3.2, 11.2.3, 13.2.1, 14.5, 16.3, 17.3, 17.4, 17.9, 附录 B, 附录 B 6, 附录 B 13

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
机械电气安全 机械电气设备
第 32 部分:起重机械技术条件
GB/T 5226.32—2017/IEC 60204-32:2008

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.org.cn

服务热线:400-168-0010

2018 年 1 月第一版

*

书号: 155066 • 1-59484

版权专有 侵权必究



GB/T 5226.32-2017