



中华人民共和国国家标准

GB/T 38943.1—2020/ISO 14990-1:2016

土方机械 使用电力驱动的机械及其 相关零件和系统的电安全 第 1 部分：一般要求

Earth-moving machinery—Electrical safety of machines utilizing electric drives and related components and systems—Part 1: General requirements

(ISO 14990-1:2016, IDT)

2020-07-21 发布

2020-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 V

引言 VI

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义、缩略语..... 3

 3.1 电击保护相关的术语和定义 3

 3.2 控制相关术语和定义 5

 3.3 电气基础设施相关术语和定义 5

 3.4 风险相关术语和定义 6

 3.5 其他术语和定义 7

 3.6 缩略语 7

4 一般要求 8

 4.1 概述 8

 4.2 设备搬运 8

 4.3 运输和贮存的规定 8

 4.4 组件和设备 8

 4.5 预期使用环境 9

 4.6 电源 9

5 电击危险防护..... 10

 5.1 概述 10

 5.2 用外壳作防护 10

 5.3 绝缘保护 11

 5.4 残余电压的防护 11

 5.5 遮栏防护 11

 5.6 不可接近的保护 11

 5.7 对低压储能装置及相关总线的特殊考虑 11

 5.8 触摸电压的预防 12

 5.9 电源自动断开的防护 12

 5.10 等电位联结的防护 13

 5.11 采用 PELV 的保护 15

6 电气火灾防护..... 16

 6.1 概述 16

 6.2 电气火灾的危险评估 16

 6.3 阻燃性 16

 6.4 减少火势的蔓延 16

7 热危险防护..... 16

8 机械危险防护..... 16

9 异常操作危险的防护..... 17

 9.1 概述 17

 9.2 过电流保护(OCP) 17

 9.3 异常温度的保护 17

 9.4 接地(或自行式机械底盘)故障/残余电流保护 18

 9.5 雷击和开关浪涌引起过电压的防护 18

 9.6 其他异常操作危险防护 18

10 电力源 18

 10.1 电源切断开关 18

 10.2 意外起动保护 19

 10.3 外部充电 19

11 线路 20

 11.1 概述 20

 11.2 导线 20

 11.3 绝缘性能 20

 11.4 导线和电缆载流容量 20

 11.5 软电缆 21

 11.6 有滑动触点的总成 21

 11.7 连接和布线 22

 11.8 导线的标识 23

 11.9 电柜内配线 24

 11.10 电柜外配线 25

 11.11 管道和线盒 27

12 电动机和发电机 28

 12.1 概述 28

 12.2 外壳 28

 12.3 尺寸 28

 12.4 安装和隔离 28

 12.5 电动机选择或设计标准 29

 12.6 过热保护 29

 12.7 超速保护 29

13 非电动机负载 29

 13.1 辅助附件 29

 13.2 局部照明 30

14 控制系统 30

 14.1 控制电路 30

 14.2 控制功能 31

 14.3 联锁保护 31

 14.4 失效控制功能 31

 14.5 操作板和安装在机器上控制器件 33

14.6 控制装置:位置、安装和电柜 34

14.7 低压设备和高压设备的通道 36

15 手册和技术文件 36

15.1 概述 36

15.2 需要提供的信息 36

15.3 文件 37

15.4 概略图和功能图 37

15.5 电路图 37

15.6 操作手册 37

15.7 维修手册和保养说明书 37

15.8 零件清单 38

16 标记 38

16.1 概述 38

16.2 警告标记 38

16.3 功能识别 39

16.4 设备标记 39

16.5 参考编号 39

16.6 保护等电位连接端子 39

17 试验 40

17.1 概述 40

17.2 保护等电位联结电路的连续性 40

17.3 电源自动断开保护条件 40

17.4 绝缘电阻测试 41

17.5 耐电压测试 41

17.6 残余电压防护 42

17.7 功能试验 42

17.8 重复试验 42

17.9 高压设备的防护等级(IP)测试 42

附录 A (资料性附录) 重大危险源清单 43

附录 B (规范性附录) 在 TN 系统中间接接触的防护 45

附录 C (资料性附录) 应急操作功能说明 47

附录 D (资料性附录) GB/T 38943、UN ECE R100 和 ISO 6469-3 之间的对比 48

参考文献 51

前 言

GB/T 38943《土方机械 使用电力驱动的机械及其相关零件和系统的电安全》分为三个部分：

- 第1部分：一般要求；
- 第2部分：外部动力机器的特定要求；
- 第3部分：自行式机器的特定要求。

本部分为GB/T 38943的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用ISO 14990-1:2016《土方机械 使用电力驱动的机械及其相关零件和系统的电安全 第1部分：一般要求》。

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如下：

- GB/T 311.2—2013 绝缘配合 第2部分：使用导则(IEC 60071-2:1996,MOD)；
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP代码)(IEC 60529:2013,IDT)；
- GB/T 4728.1—2018 电气简图用图形符号 第1部分：一般要求(IEC 60617 DB,MOD)；
- 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:2007-01,MOD)；
- 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 11024.1—2019 标称电压1 000 V以上交流电力系统用并联电容器 第1部分：总则(IEC 60871-1:2014,MOD)；
- GB/T 14048.1—2012 低压开关设备和控制设备 第1部分：总则(IEC 60947-1:2011,MOD)；
- 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)；
- GB/T 17299—1998 土方机械 最小入口尺寸(idt ISO 2860:1992)；
- GB/T 19212.1—2016 变压器、电抗器、电源装置及其组合的安全 第1部分：通用要求和试验(IEC 61558-1:2009,MOD)；
- GB/T 25686—2018 土方机械 司机遥控装置的安全要求(ISO 15817:2012,IDT)；
- GB/T 34989—2017 连接器 安全要求和试验(IEC 61984:2008,MOD)。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国土方机械标准化技术委员会(SAC/TC 334)归口。

本部分起草单位：徐州工程机械集团有限公司、龙工(上海)机械制造有限公司、广西柳工机械股份有限公司、天津工程机械研究院有限公司、内蒙古北方重型汽车股份有限公司、陕西同力重工股份有限公司。

本部分主要起草人：宋天佳、张寒杉、蔡文、邓艳芳、李来平、赵荣、薛艳杰。

引 言

电气化技术能使机器封装更加灵活。早期的土方机械(EMM)电气系统主要是在 12 V~24 V 直流范围内,所以需要特别注意以下两个安全方面:

- 非常高的电压,如工业、建筑行业和其他运输领域使用的电压;
- 更大的可用电能。

本部分的部分内容适用于电气设计(如第 9 章、第 11 章、第 12 章和第 17 章)。由于某些设计属性与电气安全不可分,因此这些要求是必需的。

本部分的部分内容基于 IEC 60204-1 和 IEC 60204-11,并根据土方机械的需要进行了调整。非电气危险在 ISO 20474 系列标准中进行了阐述。

土方机械 使用电力驱动的机械及其 相关零件和系统的电安全

第 1 部分：一般要求

1 范围

GB/T 38943 的本部分规定了 ISO 6165 中定义的土方机械的电气设备及其部件的安全要求,以及操作者、技术人员、服务/维修人员和周边人员的安全。

本部分适用于户外使用的、车载电压在 50 V~36 kV 范围所有频率的交流电、电压在 75 V~36 kV 范围的直流电(包括所有重复率的脉动直流电)。除非指出其仅适用于高压或低压设备的情况,本部分既适用于低压又适用于高压。设备内部的电压不是车载电压,因此不在本部分范围内。

注 1: 频率大于 30 kHz 要进行特殊的考虑。如果土方机械使用的频率高于引用标准中的频率,用户有责任对风险进行评估,并适当地处理这些风险。

本部分包括当机器按预期使用时或在制造商合理预见的误用条件下使用时,土方机械范围内与电压范围有关的所有重大危险、危险情况和危险事件。本部分规定了适当的技术措施,以消除或减少在调试、运行和维护过程中发生的重大危险、危险情况或危险事件所产生的风险。本部分不适用于在其发布日期之前制造的机器。

本部分与 GB/T 38943.2 和 GB/T 38943.3 保持关联,它们提供了特定的机器电源的规定,优先使用 GB/T 38943.2 和 GB/T 38943.3 中的规定。对于多功能机械,应使用涵盖机器特定功能和用途的 GB/T 38943 的所有部分。

本部分规定了土方机械使用低电压或高电压的电气系统的大多数危险,但由于可能存在额外的电气危险,不能把符合本部分的要求看作是电气安全的绝对保证。附录 A 中列出了重大危险源的相关信息。

本部分规定了与其他低压电气系统绝缘并作为电源提供给安装在土方机械上的通用插座的车载发电机的要求,以及变压器或逆变器作为供电电源的通用插座的要求。

注 2: 通用插座的布置要满足当地或区域的要求。

虽然本部分没有涉及标称电压为 12 V 和 24 V(交流发电机/电池)的系统,但满足本部分的一些要求,包括特低电压保护(PELV)的要求,将确保低压系统能与标称电压为 12 V 和 24 V 的系统有效绝缘。

本部分不涉及与爆炸性环境相关的风险,该类风险有时发生在采矿机械和其他土方机械的应用中。

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 16895.3—2017 低压电气装置 第 5-54 部分:电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体(IEC 60364-5-54:2011,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 17300—2017 土方机械 通道装置(ISO 2867:2011, IDT)

GB/T 25607—2010 土方机械 防护装置 定义和要求(ISO 3457:2003, IDT)

GB/T 38943.2—2020 土方机械 使用电力驱动的机械及其相关零件和系统的电安全 第2部分:外部动力机器的特定要求(ISO 14990-2:2016, IDT)

ISO 2860 土方机械 最小入口尺寸(Earth-moving machinery—Minimum access dimensions)

ISO 9244:2008 土方机械 机器安全标签 通则(Earth-moving machinery—Machine safety labels—General principles)

ISO 9244:2008/Amd.1:2016

ISO 14990-3 土方机械 使用电力驱动的机械及其相关零件和系统的电安全 第3部分:自行式机器的特定要求(Earth-moving machinery—Electrical safety of machines utilizing electric drives or related components and systems—Part 3:Particular requirements for self powered machines)

ISO 15817 土方机械 司机遥控装置的安全要求(Earth-moving machinery—Safety requirements for remote operator control systems)

IEC 60071-1:2006 绝缘配合 第1部分:定义、原则和规则(Insulation Coordination—Part 1:Definitions, principles and rules)

IEC 60071-1:2006/Amd.1:2010

IEC 60071-2:1996 绝缘配合 第2部分:使用导则(Insulation co-ordination—Part 2:Application guide)

IEC 60204-1:2005 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件(Safety of machinery—Electrical equipment of machines—Part 1: General requirements)

IEC 60204-1:2005/Amd.1:2008

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 60417-DB 设备用图形符号(Graphical symbols for use on equipment)

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

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

IEC 60664-1 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分 原理、要求和试验(Insulation coordination for equipment within low-voltage systems—Part 1: Principles, requirements and tests)

IEC 60871-1:2014 标称电压1 000 V以上交流电力系统用并联电容器 第1部分:总则(Shunt capacitors for AC power systems having a rated voltage above 1 000 V—Part 1: General)

IEC 60947-1 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 61230 带电作业便携式接地和接地短路装置(Live working—Portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting)

IEC 61439-1 低压成套开关设备和控制设备 第1部分:总则(Low-voltage switchgear and controlgear assemblies—Part 1: General rules)

IEC 61557(所有部分) 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(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)

IEC 61558-1 变压器、电抗器、电源装置及其组合的安全 第1部分:通用要求和试验(Safety of power transformers, power supply units and similar—Part 1: General requirements and tests)

IEC 61558-2-6 电力变压器、电源装置及类似设备的安全 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 62271-102 高压开关和控制设备 第 102 部分:交流绝缘开关和接地开关(High-voltage switchgear and controlgear—Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches)

3 术语和定义、缩略语

ISO 12100 界定的以及下列术语和定义、缩略语适用于本文件。

3.1 电击保护相关的术语和定义

3.1.1

电气保护遮栏 electrically protective barrier

遮栏 barrier

从各正常通道方向预防直接接触的部件。

[IEV 826-12-23]

3.1.2

直接接触 direct contact

人与带电部分的接触。

注: 改写 IEC 826-12-03。

3.1.3

电气工作区 electrical operating area

电气设备用的隔间或位置,只限于熟练的或受过训练人员不用钥匙或工具就可以打开门或移去遮栏(3.1.1)而靠近,电气工作区标有清晰的警告标志。

[IEC 60204-1:2005,定义 3.15]

3.1.4

电气保护外壳 electrically protective enclosure

保护外壳 protective enclosure

外壳 enclosure

包围设备内部部件的电气外壳(3.1.5),防止任何方向直接接触而提供的设备防护部件。

[IEV 826-12-22]

3.1.5

电气外壳 electrically enclosure

防止产生电气预期危险的外壳(3.1.4)。

注 1: 一些电气外壳也为设备提供保护。它可以是独立的结构或者是机器(3.5.2)内部的封闭空间。

注 2: 改写 IEC 826-12-21。

3.1.6

等电位联结 equipotential bonding

为了达到等电位,保证多个可导电部分间的电联结。

[IEV 195-1-10]

3.1.7

保护性等电位联结 protective equipotential bonding

为了安全的目的而建立的等电位联结(3.1.6)。

[IEV 195-01-15]

3.1.8

外露可导电部分 exposed conductive part

易触及的、正常工作状态不带电,但在绝缘失效情况下可能带电的电气设备的可导电部分。

[IEV 826-12-10]

3.1.9

特低电压 extra-low voltage

以额定电压向设备供电时,由设备内部的某个电源提供的电压。在导线之间和导线与接地(自行车式机器的底盘)之间的电压不超过 50 V。

注: 改写 IEC 60335-1, 3.4.1。

3.1.10

外部(界)可导电部分 extraneous conductive part

不是电气装置组成部分且易引入电位(通常是地电位或自行车式机器的底盘电位)的导电体。

注: 改写 IEV 826-12-11。

3.1.11

间接接触 indirect contact

人与故障情况下变为带电的外露可导电部分(3.1.8)的接触。

注: 改写 IEV 826-12-04。

3.1.12

带电部分 live part

正常工作时带电的导线或导电体,包括中性导线 N,但规定不含 PEN 导体。

注: 本术语不一定含有电击危险。

[IEC 60204-1:2005, 定义 3.33]

3.1.13

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。

[IEC 60204-1:2005, 定义 3.38]

3.1.14

保护导线(体) protective conductor

以安全保护为目的的一种导线,如防止电击的保护措施。

注 1: 用于下列部分之间的电气连接:

- 外露可导电部分;
- 外部可导电部分;
- 总接地端子。

注 2: 改写 IEV 826-13-22。

3.1.15

特低电压保护 protective extra-low voltage; PELV

与其他电路以基本绝缘和保护屏蔽、双重绝缘或强化绝缘隔离时,以安全特低电压工作的接地电路。

注 1: 保护屏蔽是通过一个接地隔板与带电部件隔离,将电路从带电部件中分离出来。

注 2: 改写 IEC 60335-1, 3.4.4。

3.1.16

安全特低电压 safety extra-low voltage;SELV

导线之间以及导线与地之间不超过 42 V 的电压,其空载电压不超过 50 V。

注 1: 当从电网获得安全特低电压时,应通过一个安全隔离变压器或一个带隔离绕组的转换器,此时安全隔离变压器和转换器的绝缘应符合双重绝缘或强化绝缘的要求。

注 2: 改写 IEC 60335-1,3.4.2。

3.1.17

接触电压 touch voltage

人或动物同时触及导电部件之间的电压。

注: 有效的接触电压值,可能受与这些可导电部分发生电气接触的人或动物的阻抗明显的影响。

[IEV 195-05-11]

3.2 控制相关术语和定义

3.2.1

操动器 actuator

将外力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: 参考 3.2.5。

注 3: 改写 IEC 60204-1:2005,3.1。

3.2.2

控制设备 controlgear

电器开关及其相关控制、测试、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(3.1.4)和支承结构的组合,一般用于消耗电能的设备的控制。

[IEV 441-11-03]

3.2.3

紧急断开器件 emergency switching-off device

用手操作的,用来切断发生电击危险或其他有关电危险的机器(3.5.2)设备的全部(部分)电源的控制器件。

注: 改写 IEC 60204-1:2005,3.18。

3.2.4

急停装置 emergency stop device

用于起动急停功能的手动控制装置。

[ISO 13850,定义 3.2]

3.2.5

机械致动机构 machine actuator

一种用于引起机械(3.5.2)运动的动力机构。

注: 改写 IEC 60204-1:2005,3.34。

3.3 电气基础设施相关术语和定义

3.3.1

电流容量 ampacity

在不超过其额定温度的情况下,导线(体)可以连续地通过的以安培为单位的最大电流。

3.3.2

电缆管道装置 cable trunking system

由底座和可拆卸罩组成的封闭外壳装置,是包容绝缘电线、电缆、软线和其他电气设备的管道。

注: 改写 IEC 442-02-34。

3.3.3

直接断开操作 direct opening action

(触头元件的)开关的执行器通过无弹性部件(即不采用弹簧)做规定的动作直接使触头分离。

[IEC 60947-5-1,定义 K.2.2]

3.3.4

管道 duct

专用于放置和保护电线、电缆及母线的封闭通道。

注 1: 典型管道类型包括导线管、电缆管道装置。

注 2: 改写 IEC 60204-1:2005,3.14。

3.3.5

功能等电位联结 functional equipotential bonding

除安全原因外,因操作原因造成的等电位联结。

[IEV 195-01-16]

3.3.6

高电压 high voltage

HV

交流电压大于 1 000 V,小于 36 kV;或者直流电压大于 1 500 V,小于 36 kV。

3.3.7

低电压 low voltage

交流电压大于 50 V,小于 1 000 V;或直流电压大于 75 V,小于 1 500 V。

3.4 风险相关术语和定义

3.4.1

失效 failure

执行某项规定能力的终结。

注 1: 失效后,该功能项有故障。

注 2: “失效”是一个事件,而区别于作为一种状态的“故障”。

注 3: 本概念作为定义,不适用于仅由软件组成的功能项目。

注 4: 改写 IEC 191-04-01。

3.4.2

故障 fault

不能执行某规定功能的一种特征状态。

注 1: 故障经常作为功能项本身失效(3.4.1)的结果,但也许在失效前就已经存在。

注 2: 改写 IEC 60204-1:2005,3.26。

3.4.3

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(例如机械危险和电气危险),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: 危险有如下定义:

——危险、可以一直存在于机器的预期使用中(如危险运动部件的运动、焊接过程中产生的电弧、有害身体的工作姿势、噪声、高温等);

——危险又可以意外发生(例如爆炸、意外启动引起的挤压、泄漏引起的喷射、加减速引起的坠落等)。

注 3: 改写 GB/T 15706—2012,3.6。

3.4.4

风险 risk

伤害发生的概率(例如身体伤害或对健康的损害)与伤害严重程度的组合。

注: 改写 GB/T 15706—2012,3.12。

3.4.5

安全防护装置 safeguard

为保护人们避免危险(3.4.3)而提供的防护装置或保护功能。

3.4.6

安全防护 safeguarding

使用安全防护装置保护人员的保护措施,这些保护措施使人员远离那些不能合理消除的危险(3.4.3)或者通过本质安全设计措施无法减小的风险(3.4.4)。

[GB/T 15706—2012,3.21]

3.5 其他术语和定义

3.5.1

受过训练的电气人员 electrically instructed person

受过训练的人员 instructed person

受电气熟练人员指导和培训,能够觉察风险(3.4.4)和避免电气危险(3.4.3)的人。

注: 改写 IEC 826-18-02。

3.5.2

机械(机器) machinery(machine)

由若干个零、部件组合而成,其中至少有一个零件是可以运动的,并具有适当的机器操作执行机构、控制和动力电路等。

注 1: “机械”这一术语也包括机器的组合,即将同一应用目的的若干台机器安排、控制得如同一台完整机器那样发挥它们的功能。

注 2: 改写 GB/T 15706—2012,3.1。

3.5.3

过载 overload

(电路的)过载是指无故障情况下电路超过满载值时,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: 改写 IEC 60204-1:2005,3.40。

3.5.4

电气熟练人员 electrically skilled person skilled person

有技术知识或充分经验,能够觉察风险和避免电气危险的人员。

注: 改写 IEC 826-18-01。

3.6 缩略语

EMM:土方机械(earth-moving machinery)

ELV:特低电压(extra-low voltage)

PE:保护接地(或自行式机器的情况下对底盘保护等电位联结)[protective earthing(or protective

equipotential bonding to chassis in the case of self-powered machines)]

PELV:保护特低电压(protective extra-low voltage)

SELV:安全特低电压(safety extra-low voltage)

PPE:个人防护装置(personal protective equipment)

TN:中(terra neutral)(IEC 60364-1 中定义的接地系统)

TT:接地(terra terra)(IEC 60364-1 中定义的接地系统)

IT:隔离(isolation terra)(IEC 60364-1 中定义的接地系统)

OCP:过电流保护(例如保险丝、断路器或者包括控制系统的固态装置)[overcurrent protection (e.g. a fuse, a circuit breaker, or a solid-state device including its control system)]

AC:交流电(alternating current)

DC:直流电(direct current)

4 一般要求

4.1 概述

对机器的总体风险评估应包括与电气危险相关的风险。在 GB/T 15706 中给出了适当的风险评估方法。附录 A 提供了一份重大危险和危险情况的清单,包括土方机械电气设备的使用(或误用)、维护和维修。

在设计和开发过程中,应确定危险及其引发的风险。

危险和风险应按以下优先次序或层级进行处理:

- 设计措施将为消除风险或充分降低风险提供安全保障,如果这些措施不可行;
- 安全防护等保护措施应当进一步降低风险,如果这些措施不可行,或仍有必要进一步减少风险;
- 应当采取其他措施,例如提高风险意识的手段;
- 应在操作手册和维修手册中说明土方机械操作和维护期间减少风险的工作步骤。

在设计阶段(优选)可以考虑的安全措施,或用户必须实施的某些措施。

4.2 设备搬运

由于运输或维修需要,用户或者服务人员从土方机械中移动笨重的电气设备,应提供例如吊环、插槽或者类似的工具。

4.3 运输和贮存的规定

土方机械的电气设备应设计为能够承受或不受运输和贮存的影响。应采取措施以防止湿度、振动、冲击和温度的影响,以及比 4.5.1 所规定更恶劣环境的影响。

4.4 组件和设备

4.4.1 电气系统的组成器件

电气系统的组成器件应:

——适用于其预期的用途;

——适用于合适的等级,并符合供应商的说明。

注 1: 适合预期用途包括符合现行的有关国际标准。

当 IEC 部件的标准不存在时,建议使用合适的国际标准或其他等效标准的相关要求(例如

IEC 60034系列电机标准的适用部分可应用于开关磁阻电机)。

注2: 低于低电压的电压源的特低电压元件,且不存在“穿透”的可能性,不在本部分规定的范围。

4.4.2 高电压设备

如果使用工厂制造的、经过测试的 HV 开关设备,则应符合适用的标准(例如 IEC 62271-1、IEC 62271-200 和 IEC 62271-201)。

4.5 预期使用环境

4.5.1 概述

电气设备应适用于其预期使用的环境和操作条件。建议采用 GB/T 34353—2017 中 4.6 规定的环境及操作条件。也可以用 ISO 19014 代替 GB/T 34353。根据 GB/T 38943.2 和 GB/T 38943.3 提供的查询表,用户和供应商之间的技术协议也可能是必要的。

注: GB/T 34353—2017 中 4.6 覆盖了以下内容:

- 环境空气温度范围;
- 湿度;
- 防护等级(IP 代码)(见 4.5.4);
- 电磁兼容性(EMC);
- 振动和冲击。

制造商应确认外部充电系统与土方机械兼容,或者符合 GB/T 38943.2—2020 中 4.2 的规定。

4.5.2 暴露

本部分所涵盖的所有土方机械均适用于户外使用。土方机械也可在室内使用。户外使用的适用性要求包括非使用期间对室外贮存的适用性。

在必要的情况下,应采取防止冷凝或排水等措施,解决有害的内部冷凝的可能性。

4.5.3 海拔高度

土方机械的电气设备应能在海拔 1 000 m 以下正常工作。应在操作手册中对土方机械能否可以在海拔 1 000 m 以上运行给予说明,如果需要,则应清晰标记并解释在海拔 1 000 m 以上的土方机械局限性。

4.5.4 侵入防护

土方机械的电气设备应受到保护,不受固体和液体的影响,包括这些可能存在于操作环境中的灰尘、酸、腐蚀性气体和盐。

对于空气冷却的电阻栅格,当潮湿的时候,需要特殊的程序来干燥电阻栅格。

4.6 电源

电气设备应随电源的变化而正确运行:

- 在 GB/T 38943.2 中,使用外部动力机器(例如由一个或多个专用的外部发电机组为一个或多个土方机械提供电源);
- 如 GB/T 38943.3 所述,用于自行式机器;
- 由用户另行指定。

5 电击危险防护

5.1 概述

土方机械的电气设备应保护人身免受电击。此类保护应包括 5.2 至 5.11 中给出的适当措施。对于所有的人都能接触到的带电部件,要满足 5.2 或 5.3 的要求,如果 5.4 适用,也要满足 5.4 的要求。

例外:如果这些保护措施不可行,则可使用 GB/T 16895.21 或 IEC 61140 中的其他防护措施。

每个电路或部件应根据 5.8 或 5.9 或两者提供间接接触保护。

注:IEC 61140 中给出了设备等级和防护要求。

5.2 用外壳作防护

带电部件应安装在符合第 4 章、第 12 章和第 14 章有关技术要求的外壳内,直接接触的最低防护等级为 IP2X 或 IPXXB。

例外 1:如果壳体上部表面是容易接近的,直接接触的最低防护等级应为 IP4X 或 IPXXD。

例外 2:对于所有人都容易接近的带电部件,直接接触的最低防护等级应为 IP4X 或 IPXXD。

例外 3:如果暴露于雨或灰尘条件下的空气冷却电阻器,不会在安装位置产生危险,那么只需要满足 IP2X 或 IPXXB 的最低要求。如果 IP2X 或 IPXXB 不适用,那么使用 GB/T 25607—2010 中 10.7 规定的挤压要求尺寸也是可以接受的。如有必要,应在操作手册中指定正常维护步骤,以防止碎片堆积。

除非满足下列 a)~c)条件之一,否则不准许打开外壳(例如通过门、罩或盖板):

a) 需要使用钥匙或工具才能开启:

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,防止直接接触的防护等级应至少为 IP2X 或 IPXXB;

壳体内其他带电部件防止直接接触的最低防护等级为 IP1X 或 IPXXA。

b) 开启外壳之前先切断其内部的带电部件:

这条要求的一个例子,通过门与切断开关的联锁机构来实现,使得只有在切断开关断开后才能打开门,以及把门关闭后才能接通开关;

仅限于熟练人员可以接触门后带电部件,此部件不直接与隔离装置联锁;

断开连接装置后仍带电的部分,直接接触的最低防护等级为 IP2X 或 IPXXB,这类部件的警告标记应符合 16.2.1 的要求(参见 11.8,以确定导线的颜色)。

例外 1:这个警告标记不适用于:

——带电部件属于联结电路的一部分,并且符合 11.8 的要求;

——单独安装在一个外壳中的源分离装置的源终端。

例外 2:下列情况可用供方规定的专门器件或工具解除联锁:

——分离装置可以打开并锁定在 OFF(开)位置,如果联锁被绕过,则可以防止分离;

——门关闭后,联锁功能自动返回;

——在设备连接时进行调整时,可能会接触到的带电部件的最低防护等级为 IP2X 或 IPXXB,安装在门上的带电部件的最低防护等级为 IP1X 或 IPXXA。

根据第 15 章的规定,提供电气设备的适当信息。

c) 在不使用钥匙或工具或没有自动切断带电部件的情况下,所有带电部件避免直接接触的最低防护等级为 IP2X 或 IPXXB:

如果使用一种遮栏提供保护,需要使用工具移除遮栏,当移除遮栏时,所有带电部件应当自动分离;

对于手动驱动设备(如接触器或继电器等)造成的危险,应通过遮栏或遮挡物来阻止手动驱动,

需要工具来移除这些遮栏或阻挡物。

5.3 绝缘保护

带电体应用绝缘物完全覆盖住，只有用破坏性办法才能去掉绝缘层。

注：油漆、清漆、涂料和类似的产品，不适合单独用作防护正常工作条件下的电击。

5.4 残余电压的防护

当电气设备的电源电压被解除时（例如断开或停止发电机），设备内的残余电压应符合表 1 中的数值。如果这种防护办法会干扰电气设备的正常功能，则应在电容外壳上其附近的显著位置放置警告标记。警告标记应规定电容器外壳打开之前需要的最小时间。这个要求并不适用于包含 60 μC 或更少存储电荷的组件。对于高压设备，IEC 60871-1:2014 中第 21 章适用。

表 1 残余电压放电要求

设备类型	最大放电时间	最大电压
低电压	10 s	60 V
高电压	10 min	75 V

在任何情况下，为了确保在打开外壳之前先放电，建议提供符合 16.2.1 的显著标记，警告维修人员在规定的时间内等待。规定的时间应大于放电电压 $\leq 60\text{ V}$ 或存储电荷 $\leq 60\text{ }\mu\text{C}$ 所需的时间。推荐的最长时间是 5 min。

维修手册应提供一种方法，用于维修前验证残余电压的放电，并应强调这样做的必要性。维修手册应要求维修人员穿戴适当的个人防护装备(PPE)，并确认残余电压测量装置是否正常工作。

维修手册应提供一种程序，在自动放电方式失效的情况下，对残余电压进行手动放电。如果残余电压的手动放电需要使用设备，该设备应由土方机械制造商提供或指定。

对于低压系统，如果通过插头或连接器断开连接，导致部件带电，在断开连接后，带电部件的电压应在 1 s 内减小到 60 V 或更小。另外，直接接触的最低防护等级为 IP2X 或 IPXXB。除储能设备（例如电池或双层储能电容器）之外的设备应提供警告标记。

5.5 遮栏防护

遮栏的防护应满足 GB 16895.21—2011 中 A.2 的要求。

注：只有使用钥匙或工具的情况下才能被移走，否则遮栏或任何其他适合于防止或限制指定测试探头的穿透的部件，无论是附在外壳上或由封闭的设备所形成的，都被视为外壳的组成部分。

5.6 不可接近的保护

不可接近保护或阻挡物的保护要分别满足 GB/T 16895.21—2011 中 B.2 和 B.3 的要求。

5.7 对低压储能装置及相关总线的特殊考虑

在维修期间保持通电的低电压储能装置和总线系统应提供防止意外接触的保护。除非允许在低电压和危险电流的情况下进行维护，电能储存装置应包含在符合第 6 章的所有其他要求的电气外壳中。保护的方法应是以下 a)～d)中的一种或多种方法，除 e)以外，或提供同等程度的降低危险的方法：

- a) 连接多个能量装置的总线系统：除电气连接的区域之外，在所有位置用绝缘材料覆盖；
- b) 使用凹进、分离或凹进和分离的连接，以减少不同电压的裸露带电部件之间的无意接触；
- c) 总线系统，其安装方式使落下的工具偏离直接接触，如垂直安装的汇流排；

- d) 通过接触继电器、刀开关或类似装置相互连接的总线系统,这些装置允许储能装置被分解为更小、更少危险的存储子单元;
- e) 警告标签,服务说明,或两者都有:
 - 短路的危险;
 - 用于防止短路的方法,例如使用绝缘工具和绝缘手套;
 - 适当的个人防护装备。

能量存储设备终端应:

- 被完全遮盖;
 - 相互之间安装绝缘屏障;
- 或者两者都用。

5.8 触摸电压的预防

5.8.1 概述

防止出现危险触摸电压的措施包括使用Ⅱ类设备或等效绝缘及电气隔离。

5.8.2 采用Ⅱ类设备或等效绝缘作防护

这种保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);
- 根据 IEC 61439-1 采用具有完整绝缘的成套开关设备和控制设备组合;
- 根据 GB/T 16895.21 使用附加的或加强的绝缘。

5.8.3 采用电气隔离作防护

用来防止该电路的带电部分基本绝缘失效时的触摸电压在触及外露可导电部分而引起的电击电流,应符合 GB/T 16895.21—2011 中 C.3 的规定。

5.9 电源自动断开的防护

一种在故障情况下,保护器件自动切断一路或多路相线的措施。切断应在极短时间内产生,以限制触摸电压使其在持续时间内没有危险。切断时间见附录 B。

这种措施需协调以下几个方面要求:

- 电源接地(或自行式机器底盘的等电位连接)系统形式;
- 保护等电位联结系统相关部分的接地阻抗值;
- 保护器件的特性。

这项措施包括外露可导电部分的等电位保护联结和下列任一种方法:

- 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,引发残余电流器件自动切断电源;
- c) IT 系统中,两者中的任何一个:
 - 1) 外露导电部件首次接地(自行式机器的底盘)故障的绝缘监测器件;
 - 2) 残余电流保护器件自动断开连接。

上面的 1),绝缘监测器件应引发的听觉和/或视觉信号,或两者兼有,随故障持续而连续。根据 15.7.2 的规定,应提醒机器操作人员和维修人员可能发生的“首次故障”。

注:接地(或自行式机器的底盘)故障定位系统的预防措施能便于设备的维护。

IEC 60364-1 中定义了 TN、TT 和 IT 系统,它的电压能达到 1 000 V AC 和 1 500 V DC。

本部分扩展了 TN、TT 和 IT 系统的应用范围至 36 kV AC/DC。

应考虑可预见的误用(如在持续操作机器时禁用可听的/可视的信号)。

配有按照 a)要求的自动切断系统,而不能确保在 B.1 规定的时间内切断时,必要时应提供辅助等电位联结,以符合 B.3 的要求(见附录 B)。

5.10 等电位联结的防护

5.10.1 概述

保护性等电位联结(见 5.10.2)是为了保护人员防止来自间接接触的电击。

功能性等电位联结(见 5.10.3)的目的是为了尽量减小绝缘失效影响土方机械运行的后果或敏感电气设备受电干扰而影响机器运行的后果。通常的功能联结可由连接到保护联结电路来实现,而对保护联结电路的电干扰水平不是足够低的场合,有必要将功能性联结电路连接到单独的有接地功能或底盘上等电位连接的导体上。

5.10.2 保护等电位联结电路

5.10.2.1 概述

保护等电位联结电路由下列部分组成:

- PE 端子(或自行式机器底盘保护等电位连接端子);
- 土方机械中的保护导线,包括电路的滑动触点;
- 电气设备外露可导电部分和可导电结构件;
- 土方机械结构的可导电部分。

保护等电位联结电路的所有部件应能够承受由于流过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线的电导率场合,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线的一半。

如果采用 IT 配电系统,土方机械的机械结构作为保护等电位联结电路的一部分,并设置绝缘监控,见 5.9 c)。

Ⅱ类或等效设备(见 5.8.2)的可导电结构件不必连接到保护等电位联结电路上。如果所有设备均为Ⅱ类或等效设备,则构成土方机械的机械结构的其他导电部件不必连接到保护等电位联结电路上。

5.10.2.2 保护导线

保护导线应按照 11.8.2 的要求做出标记。

应采用铜导线。在使用非铜质导体的场合,其单位长度电阻不应超过允许的铜导体单位长度电阻。

对于低压设备,应根据其要求确定保护接地导线的截面积:

- GB/T 16895.3—2017 中第 543 章;
- IEC 61439-1。

视情况而定。

对于高压设备,保护接地导体的最小横截面积 S 应由可用的故障电流决定:

a) 接地故障电流 $I_E \leq 100$ A,见式(1):

$$S = S_{\min} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

S——接地导体的最小横截面积,单位为平方毫米(mm²)。

铜导线的横截面积, $S_{\min} = 16 \text{ mm}^2$;

铝导线的横截面积, $S_{\min} = 35 \text{ mm}^2$;

钢导线的横截面积, $S_{\min} = 50 \text{ mm}^2$ 。

b) 接地故障电流 $I_E > 100 \text{ A}$, 见式(2):

$$S = S_{\min} \left(\frac{I_E}{100} \right)^2 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

I_E ——接地故障电流, 单位为安培(A)。

5.10.2.3 高漏电流

漏电流定义为“在没有绝缘故障的情况下, 从设备的带电部分流入地的电流”(IEV 442-01-24)。这种电流可能有电容性成分, 包括有意使用电容器产生的电流。

注: 大多数符合 IEC 61800 相关部件的可调速电气传动系统, 其漏电电流都大于 3.5 mA AC。调速电气传动系统的接地(或底盘)泄漏电流的测定, 按 IEC 61800-5-1 中型式试验规定的触摸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 mA AC(或 DC)时, 在任一引入电源处有关保护等电位联结电路应满足下列一项或多项要求:

- a) 保护导线的截面积大于或等于 10 mm²(铜质)或 16 mm²(铝质);
- b) 当保护导线的截面积小于 10 mm²(铜质)或 16 mm²(铝质), 则应提供第二保护导体, 其截面积不小于 10 mm²(铜质)或 16 mm²(铝质), 达到两保护导线截面积之和不小于 10 mm²(铜质)或 16 mm²(铝质);
- c) 在保护导线连续性损失的情况下, 电源应自动断开。

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。设备的外露可导电部分, 以及变压器的二次绕组均应连接到保护联结电路上。设备与变压器二次绕组间的保护导线应满足 5.10.2.3 所列的一项或多项要求。

5.10.2.4 保护等电位联结电路的连续性

除 5.10.2.6 中规定的那些外露的导电部件之外, 所有外露可导电部分都应按 5.10.2.1 的要求连接到保护等电位联结电路上。

保护等电位联结电路的布置应确保无论什么原因(如维修)拆移部件时, 不应使余留部件的保护联结电路连续性中断。

注: 上述要求中, 在土方机械上, 包含主等电位连接点的结构或部件(如机架或主电气外壳), 如果将其拆除有效地使土方机械无法使用, 则认为是不需要拆卸的电气部件。

连接件和联结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、硬管和电缆护套不应用作保护导线。这些金属导线管和护套自身(如电缆防护套、铅护套)也应连接到保护联结电路上。

电气设备安装 在门、盖或面板上时, 应确保其保护联结电路的连续性。并建议采用保护导线。否则紧固件、焊接点、滑动接点应设计成低电阻。

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

使用汇流线、汇流排和汇流环装置保护导线的连续性要求应符合 11.6.2 的规定。

5.10.2.5 禁止开关器件接入

不应设置中断保护联结导线的手段。

保护等电位联结电路不应接有开关或过电流保护器件。

例外：试验或测量用的连接线，应装在封闭电气工作区内，没有工具不能被打开。

当保护联结电路的连续性可用移动式集流器或接插件断开时，保护联结电路只应在通电导线全部断开之后再断开，且保护联结电路连续性的重新建立应在所有通电导线重新接通之前。该条规定也适用于可移动的或可拆卸的插入式器件。

5.10.2.6 不必连接的部件

有些零件安装后不会造成危险，就不必把它的裸露导体部分连接到保护联结电路上，例如：

- 不能大面积触摸或不能用手握住和尺寸很小(小于约 50 mm×50 mm)的零件；
- 位于不大可能接触带电体的位置或绝缘不易于失效的零件。

这适用于螺钉、铆钉和铭牌等小零件，以及装在电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)(也见 GB/T 16895.21—2011 中 410.3)。

5.10.2.7 保护导线的连接点

保护导线连接点不应有其他的作用，如缚系或连接用具零件，包括电缆固定装置。按 11.8.2 的要求，每个保护导线接点都应有标记。

在 GB/T 38943.2 和 GB/T 38943.3 中规定了标记的要求。

为了避免电磁干扰带来的影响，双重保护导线的安装应满足 ISO 13766 规定的电磁兼容性要求。

5.10.3 功能等电位连接

可通过连接共用导线来防止因绝缘失效引起的故障。

注 1：外部动力机器，请参见 GB/T 38943.2。

注 2：自行车式机器(见 GB/T 38943.3)，底盘可以作为共用导线。

5.10.4 用于接地和短路的设备

对于高压设备，高压设备的所有带电部件与接地系统之间的接地和短路装置应：

- 符合 IEC 61230 的规定；
- 有足够的数量以使带电部件的工作安全地进行。

有关功能等电位联结应防止电磁干扰，见 5.10.1。

5.11 采用 PELV 的保护

5.11.1 概述

采用 PELV(保护特低电压)保护人身免于间接接触和有限区域直接接触的电击。PELV 电路应满足以下所有条件：

- a) 适用于电池/发电机提供的 12 V DC 和 24 V DC(标称)电路：
 - 当土方机械正常使用时，电池应有外壳保护，避免意外接触；
 - 在日常维护期间，应保护蓄电池的端子免受工具接触；
 - 其他非发电机端子的终端，如交流发电机、起动器和起动器的电磁开关，在日常维护过程中免受工具的接触；
 - 其他外露表面受到保险丝的保护，并且暴露的面积小于 50 mm×50 mm。
- b) 除 a) 以外的电路，标称电压不应超过：
 - 当设备在干燥环境正常使用，带电部分与人体无大面积接触时，不超过 25 V AC 均方根值或 60 V DC 无纹波；

——其他情况,6 V AC 均方根值或 15 V DC 无纹波。

注:无纹波一般定义为正弦波的波纹电压其纹波含量不超过 10% 均方根值。

- c) PELV 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。
- d) PELV 电路的带电体应与其他带电回路电气隔离。电气隔离不应低于安全隔离变压器初级和次级电路之间的技术要求(见 IEC 61558-1 和 IEC 61558-2-6)。
- e) 每个 PELV 电路的导线应与其他电路导线相隔离。达不到这项要求时,按 5.3 的隔离规定。
- f) PELV 电路的插头不应插入其他电压系统的插座,并且 PELV 电路的插座不应通用于其他电压系统的插头。

5.11.2 PELV 电源

PELV 电源应为下列的一种:

- 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流源(如带等效绝缘绕组的发电机);
- 电化学电源(如电池)或其他独立的较高电压电路电源(如柴油发电机);
- 符合适当标准的电子电源,该标准规定要采取的措施,以保证即使出现内部故障,输出端的电压也不能超过 5.11.1 的规定值。

6 电气火灾防护

6.1 概述

6.2 电气火灾的危险评估

对电气危险的风险评估应包括与火灾有关的风险。IEC 60695 系列标准给出了有关火灾危险和电气设备的信息。危险评估不需要考虑符合 ISO 20474-1:2008 中 4.20.1 的易燃材料。

电气设备宜作为火灾的诱因及主要原因进行检查。

6.3 阻燃性

IEC 60695-1-20、IEC 60695-1-21 和 IEC 60695-1-30 对非金属零件和材料的可燃性提供了指导。通常,针对这些问题的部分标准,优先于 IEC 60695 系列标准。

6.4 减少火势的蔓延

除了预防着火外,减少火势蔓延是第二种保护措施。如果发生着火,应通过适当地封闭着火区域或控制周围部件的可燃性,或两种措施都采取,将由此产生的火灾蔓延控制在最小程度。通常,针对这些问题的部件标准,优先于一般 IEC 60695 系列标准。

7 热危险防护

热危险防护应符合 ISO 20474-1 的规定。

注:请注意 ISO 13732-1 和 ISO 13732-2。

8 机械危险防护

机械危险防护应符合 GB/T 25607 和 ISO 20474-1 的规定。

9 异常操作危险的防护

9.1 概述

本章规定了防止异常操作危险的要求,如表 A.1 第 3 项所列。

9.2 过电流保护(OCP)

9.2.1 概述

土方机械电路中的电流如果会超过任何元件的额定值或导线的载流能力,则应配置过电流保护。使用的额定值和整定值在 9.2.4 中详述。

如果中性导线的截面积不小于有关相线的截面积,则在中性导线上不必设置过电流保护。

注:在 IT 系统中,建议不采用中性导线。如果采用中性导线时,应采取 IEC 60364-5-52:2009 中 524 和 IEC 60364-4-43:2008 中 431.2.2 所述的保护措施。

交流动力电路的中性导线和直流动力电路的接地(或自行式机器的底盘)导线,在所有相关带电导线未断开之前不应断开连接。

9.2.2 变压器

变压器应按照制造厂说明书设置过电流保护。这种保护应避免变压器合闸电流引起误跳闸,且应避免受变压器二次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。

9.2.3 过电流保护(OCP)的实现

额定短路分断能力不应小于保护器件安装处的预期故障电流。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),且具有必要的分断能力,则负载侧允许选用较小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)不超过耐受值,不损伤负载侧过电流保护器件和由其保护的导线(见 IEC 60947-2:2013 中附录 A)。

注:使用这种协调安排的过电流保护器件可能会引起两个过电流保护器件工作。

如果采用熔断器作为过电流保护器件,应选取用户易于购买的类型或为用户安排备件的供应。

9.2.4 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,但要满足预期的过电流通过,例如电动机起动或变压器合闸期间。选择这些器件时应考虑到控制开关电器由于过电流引起损坏的保护问题,如防备控制开关电器触点的熔焊。

过电流保护器件的额定电流或整定电流取决于受保护导线的载流能力,该保护导线应符合 11.4 和最大允许切断时间 t 。应考虑与保护电路中其他电器件协调的要求。

9.2.5 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:

- 支线路载流容量不小于负载所需容量;
- 采用减小短路可能性的方法安装导线,例如导线用外壳或通道保护。

9.3 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(例如由于短时间工作

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。

9.4 接地(或自行式机械底盘)故障/残余电流保护

可以提供接地(或自行式机械的底盘)故障/残余电流保护,以减少因接地(或底盘)故障电流低于过电流保护检测水平而导致的设备损坏。故障/残余电流装置的整定值只要满足电气设备正常运行应尽可能小。

9.5 雷击和开关浪涌引起过电压的防护

雷击和开关浪涌引起的过电压效应可用保护器件防护。

应提供的场合:

- 雷击过电压抑制器应连接到电源切断开关的引入端子;
- 开关浪涌过电压抑制器应连接到所有要求这种保护设备的端子。

9.6 其他异常操作危险防护

应在充液电气设备(如变压器、电抗器、开关柜)上提供适当保护,以应对异常温度、超压或泄漏的影响。

10 电力源

10.1 电源切断开关

10.1.1 概述

可锁定的电源切断开关将切断(隔离)土方机械电气设备的电源。

应提供一个断开装置:

- 外部动力土方机械的每个输入电源;
- 自行式土方机械的每个车载电源。

例外1:如果提供了等效的引擎停止装置,则引擎驱动电源不需要切断开关。

例外2:用于维修的电路,如照明、插座、控制电路等,不需要断开连接。建议此类电路配备专用的切断开关。

如果采用两个或更多的电源切断开关,则应采用联锁保护装置。

这种不通过电源切断开关切断的电路应满足下列要求:

- 在电源切断开关附近设置警告标记(见 16.1);
- 在维修说明书中应包括适用的警告和相关说明;
- 设备应符合以下一项或多项要求:
 - 1) 在每个例外电路附近应设置警告标记(见 16.1);
 - 2) 使例外电路与其他电路隔离;
 - 3) 应通过颜色标识电路导线(见 11.8.4)。

对于断开连接后仍然有电的电缆,应提供额外的警告和说明,以解决潜在的危险。

对于高压的设备,应提供将每个输入电源的所有带电导体连接到接地系统的装置。

10.1.2 电源切断开关

切断开关应符合关于该装置的现行 IEC 标准的要求,并符合国际标准中定义的适当类别(如电动机的负载或其他感应负载的开关)。

切断开关应满足 IEC 60947-1 的隔离要求。

或者,也可以使用符合 IEC 60309-1 中 11.10.5 a)~e)的适当插头/插座组合。

除插头/插座组合外的电源切断开关应满足以下所有条件:

- 有一个 OFF(断开)和一个 ON(接通)位置,按照 IEC 60417-5008(OFF)和 IEC 60417-5007(ON)标记;
- 提供一种锁定在 OFF 位置的方法,远程和本地都不能关闭;
- 断开所有的带电导体;
- 有足以切断最大负载电流总和的分断能力,包括堵转或运行的电动机,分断能力可以用验证过的差异系数适当降低。

注:差异系数是同时系数的倒数。同时系数指某一组电器或电器使用者在某一特定时期内的最大需求量与同一时期内最大需求之和的比值,以数值或百分比表示。在使用这个术语时,有必要指定与之相关的系统级别。

电源切断开关的操作装置应容易接近(例如手柄)。

使用时,接地开关应符合 IEC 62271-102 的规定。

断开装置和相关联的接地开关最好在一个功能部件中进行组合配置。

应具有互锁功能,以确保仅当切断开关处于打开位置时,带电导体的接地才是可能的,且只有当带电导体未接地时,才能关闭切断开关。

10.1.3 设备切断装置

在适当的情况下,应当为个别的电气设备提供切断装置,这样就能使工作和设备进行切断和隔离。电源切断开关可以实现该功能。

除 10.1.1 和 10.1.2 中所述的电源切断开关外,仅限于安装在封闭的电气工作区且电气设备中提供相关信息时,允许使用断路器、可插拔式熔断体或可插拔式连接件。

10.2 意外起动保护

应配备防止意外起动的器件(如维修期间土方机械或土方机械部件的起动可能发生危险)。

这些器件应方便、适用,安装位置合适并易于识别(如符合 16.1 的标记)。

注 1:本部分未提出全部防止意外起动的规定(见 ISO 14118)。

应采取措施防止从任何位置意外关闭这些装置。

满足隔离功能的器件:10.1.2 所述的器件;仅限于安装在封闭的电气工作区的隔离器、可插拔式熔断体或可插拔式连接件。

不能满足隔离功能的器件只能用于的场合:检查;调整;无电击和灼伤的危害,整个作业中切断方法保持有效,辅助性质的作业(例如不扰乱现存配线就可更换插入式器件);以及在高压电气设备上或附近没有进行任何工作的情况下更换高压设备。

注 2:根据风险评估选择器件,并考虑器件的预期使用。

10.3 外部充电

电气危险的风险评估应考虑外部充电(如果有充电选项)。

外部充电的风险评估应包括机器危险、电气危险、燃烧危险和热危险。

通常不能保证外部充电电源的充分性。因此,在土方机械外部充电时,应在土方机械这一侧采取适当措施,以确保避免危险情况的发生。

注 1:IEC 61851-1 和 IEC 62196-1 中给出了注意事项。

注 2:适当的措施可以包括检测专用的机器充电安全状态、机器操作员充电说明、正确标记充电插座/插头、防止误用(仅在专用工具或钥匙的帮助下才能使用的插座/插头)、特殊形状的充电插座/插头、考虑到机器接地系统的充电、过电流保护装置的安装、相序保护等。

11 线路

11.1 概述

导体和电缆应适合于工作条件:

- 电压;
- 电流;
- 电缆群;
- 电击防护;
- 环境温度;
- 湿气、水或绝缘性降解物质;
- 机械应力(包括安装应力);
- 火灾风险。

注意:由于存在燃烧和化学危害的危险,不建议在土方机械中使用聚氯乙烯(PVC)绝缘材料。

重要:本章不适用于符合相关 IEC 国际标准的设备(装置)的内部接线。

11.2 导线

应采用铜导线。如果使用铝导线,其截面积不应小于 16 mm^2 。

为了保证足够的机械强度,电源线缆或单芯控制线缆的截面积不应小于 1 mm^2 ,双芯无屏蔽控制线缆的截面积不应小于 0.5 mm^2 ,双芯无屏蔽或多芯无屏蔽控制线缆的截面积不应小于 0.2 mm^2 ,数据通信线缆的截面积不应小于 0.08 mm^2 。如果通过其他手段获得足够的机械强度而不削弱正常的功能,具有较小的截面积或其他结构的导线是可以接受的。

可移动的导线应符合 11.5 的规定。

11.3 绝缘性能

电缆绝缘的机械性能和厚度应使得工作时或敷设时,尤其是电缆拉入管道时绝缘性能不受影响。

建议电力电缆应符合 IEC 60502-1 的规定,如果是屏蔽或多芯电缆,则还要符合 ISO 6722-1 和 ISO 14572 的规定。

所用电缆和电线的绝缘性能应适用于试验电压:

- 对工作电压高于 50 V AC 或 120 V DC 的电缆和电线,要经受至少 2000 V AC 持续 5 min 的耐压试验;
- 对于 PELV 电路,应承受至少 500 V AC 持续 5 min 的耐压试验(见 GB/T 16895.21—2011 中 III 类设备)。

由于火的蔓延或有毒或腐蚀性烟雾扩散,应考虑绝缘导线和电缆可能造成的火灾危险(见 IEC 60332)。

11.4 导线和电缆载流量

导线载流量应考虑绝缘材料、电缆中的导体数、护套、安装方法、集聚和环境温度等相关因素。详细信息见 IEC 60364-5-52。

电缆尺寸可能取决于工作循环的周期和电缆热时间常数之间的关系,应咨询电缆制造商。

除非另有要求,如果使用通用插座或照明插座,在正常工作条件下,从电源端到负载的电压降不应超过额定电压的 5% 。

11.5 软电缆

11.5.1 概述

软电缆应为 5 类导线(见 IEC 60228)。

在预期应用中,应适当考虑以下应力,以避免降低使用寿命:

- 磨损;
- 扭结;
- 由导向轮和受迫导向产生的应力;
- 在电缆卷筒上受损;
- 高拉应力;
- 小弯曲半径;
- 弯入另一个平面;
- 高强度循环。

11.5.2 机械性能

机械电缆输送系统(例如钢索、浮力或吊索和有弹性的电缆盘)的设计应使在机械工作期间导线受的拉应力保持最小。

使用铜导线的场合,作用在铜导线截面上的拉应力不应超过 15 N/mm^2 。

使用要求拉应力超过 15 N/mm^2 限值时,应选用有特殊结构特点的电缆,允许的最大拉应力应与电缆制造厂达成协议。

注:导线的拉应力受加速度、运动速度、缆索的悬挂重量、导向方法和电缆盘系统设计的影响。

11.5.3 绕在电缆盘上电缆的载流容量

绕在电缆盘上电缆的载流容量应符合 IEC 60204-1:2005 中 12.6.3 的规定。

11.6 有滑动触点的总成

该子条款适用于有滑动触点的总成,包括汇流线、汇流排和汇流环总成。

11.6.1 带电部件的可及性

容易被触及的汇流线、汇流排和汇流环总成带电部件的绝缘、遮栏或外壳的防护等级至少达到 IP2X(见 IEC 60364-4-41:2005 中 412.2)。

容易被触及的遮栏或外壳的水平顶面的防护等级至少达到 IP4X。

例外:可采用把带电部件置于无法触及的位置与符合 14.5.8 规定的紧急断开相结合的方式来实现保护。

无防护的汇流线和汇流排,例如拉绳开关的绳、应变消除装置和传动链等导电物体要防止接触。

11.6.2 保护导线电路

如果汇流线、汇流排和汇流环作为保护联结电路一部分安装时,它们在正常工作时不应流过电流。然而,它们可以传导由电容耦合引起的小的瞬变和电流。

保护导线和中性导线应是分开的导线。使用滑动触点的保护导体的连续性应采取适当措施(如复式集流器,连续性监视)予以保证。

11.6.3 保护导线集流器

保护导线电流集流器的物理结构应确保其在运行过程中不会干扰其他电流集流器。

11.6.4 有断路器功能的可移式集流器

有断路器功能的可移式集流器的设计应使得只有带电部分断开后保护导体电路才能断开,而带电部分接通前,先建立保护导体的连续性。

11.6.5 电气间隙

汇流线、汇流排和汇流环及它们的集流器的各导体之间、各邻近系统之间的电气间隙应如下:

- 低压设备:应符合 IEC 60664-1 的规定;
- 高压设备:适用于额定短时工频耐受电压和较低等级的额定雷电冲击耐受电压,例如 IEC 60071-1:2006 中表 2 所示。

11.6.6 爬电距离

对于低压设备,相邻导线或导线系统、导线棒和滑环组件及其电流收集器之间的爬电距离应符合 IEC 60664-1 的规定。爬电距离应适合预期的环境,在粉尘、潮湿、腐蚀性或导电尘埃沉积的环境中,爬电距离应满足以下要求:

- 无防护的汇流线、汇流排和汇流环应配备最小爬电距离为 60 mm 的绝缘子;
- 密封的汇流线、多极绝缘汇流排和单独绝缘汇流排应有 30 mm 的最小爬电距离。

对于高压设备,相邻汇流线、汇流排和汇流环及其当前集电器之间的爬电距离,应使设备能够在 IEC 60071-2:1996 中表 2 规定的Ⅱ级、Ⅲ级或Ⅳ级污染环境中操作。

对于所有设备,如果预期的应用涉及高污染程度,则应遵循部件(元件)制造商提出的防止绝缘值逐渐降低的措施的建议。

11.6.7 导线系统分段

汇流线或汇流排可以采用恰当的设计方法分段敷设,防止由于靠近集流器本身使邻近部分带电。

11.6.8 构造及安装

用于动力电路的汇流线、汇流排和汇流环应和用于控制电路的分开成组。汇流线、汇流排和汇流环应能承受机械力和短路电流的热效应而不受损害。

如果汇流排安装在普通金属外壳内,外壳的单独部分应连接在一起并按照它们的截面长度决定的几个点连接到保护联结导体上。

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

11.7 连接和布线

11.7.1 一般要求

所有连接,尤其是保护等电位联结电路的连接应牢固,防止意外松脱。

连接方法应适合导线端子的截面积和性质。

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。但一个端子只应连接一根保护导线。

例外:一个端子连接点应连接不超过一根保护导线。

只有提供的端子适用于焊接工艺要求才允许焊接连接。

接线座的端子应清楚标示或用标签标明与电路图上相一致的标记。

当错误的电气连接可能是危险源并且通过设计措施不可能降低时,导线和端子应按照 11.8.1 的规定标识。

软导线管和电缆的敷设应使液体(雨水、清洗等)能排离该装置。

例外:防止液体进入外壳的配件可以适应任何方向。

当在未提供铜绞线固定的装置或端子连接导线时,应限制导线束。焊锡不得用于铰接。

屏蔽导线的端接(例如用于维修的屏蔽导线)应防止绞合线磨损并应容易拆卸。

内部和外部配线不应跨越接线端子(见 IEC 60947-7-1)。

11.7.2 导线和电缆敷设

以下规则适用于导线和电缆的敷设:

a) 敷设应使两端子之间无接头或拼结点;

例外:如果在分线盒中不能提供端子(电缆的修理是由于安装或工作期间,机械应力造成的),可以使用拼接或接头;

注:具有适当保护防止意外断开的插头/插座组合不被认为是接头。

b) 为满足连接和拆卸电缆和电缆束的需要,则应提供足够的长度;

c) 电缆端部应夹牢以防止导线端部的机械应力;

d) 应将保护导线靠近有关的负载导线安装,以尽量减小回路阻抗;

e) 高压电缆应与低压电缆物理分离。

11.7.3 不同电路的导线

只要不削弱各自电路的原有功能,不同电路的导线可以并排放置,可以穿在同一管道中,也可以处于同一多芯电缆中。

如果这些电路的工作电压不同,应把它们用适当的遮栏彼此隔开,或者把同一管道内的导线都用承受最高电压导线的绝缘。

11.8 导线的标识

11.8.1 一般要求

每根导线应按照技术文件的要求在每个端部做出标记。

建议导线标识可用数字、字母、颜色(导线整体用单色或用单色、多色条纹)、颜色数字或字母数字的组合。

11.8.2 保护导线的标识

应依靠颜色、标记、形状或位置使保护导线容易识别。

当只采用色标时,应在导线全长上采用黄/绿双色组合。保护导线的色标是绝对专用的。对于绝缘导线,黄/绿双色组合应这样安排,即在任意 15 mm 长度的导线表面上,一种颜色的长度覆盖 30%~70%,其余部分为另一种颜色。

如果保护导线能容易地从其形状、位置或结构(例如编织导线、编织带等其他非绝缘绞合保护导线)识别,或者绝缘导线一时难以购得,则不必在整个长度上使用颜色代码,而应在端头或易接近位置上清楚地标示 IEC 60417-5019 中图形符号或用黄/绿双色组合标记。

11.8.3 中性导线的标识

如果电路包含只用颜色标识的中性导线,其颜色应为蓝色。为避免与其他颜色混淆,建议使用“浅

蓝”色。

如果颜色是中性导线的唯一识别：

- 除非不存在混淆，否则该颜色不用于识别任何其他导线；
- 在外壳中用作中性导线的非绝缘导体，应在 15 mm~100 mm 宽度的间隔内作彩色条纹标记，或在整个长度上着色。

11.8.4 颜色的标识

当使用颜色代码作导线标识时，颜色编码用于识别保护导线和中性导线以外的导线，可以使用以下颜色：

- 黑色；
- 棕色；
- 红色；
- 黄色；
- 绿色；
- 蓝色(包括淡蓝色)；
- 紫色；
- 灰色；
- 白色；
- 粉红；
- 青绿色。

注：此颜色列表源自 IEC 60757。

所有不包含在电气外壳或管道内，用于低电压或高电压的导线，应采用橙色绝缘层、橙色导管、橙色编织或套管覆盖，或以其他方式标记为橙色，以表明它们是低电压或高电压导线，而不是其他的(例如流体软管)。只要这些标记的间隔足够近，所需的橙色标记可沿导线的长度周期性地布置，以确保电缆可见的地方都可以看到橙色标记。封闭导线的橙色标记是可选的。

如果采用颜色作标识，建议在导线全长上使用带颜色的绝缘，或以固定间隔在导线上和其端部或在易于接近的位置用颜色标记。

由于安全原因，在有可能与黄/绿双色组合发生混淆的场合，不应使用绿色或黄色。

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色或黄色，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：交流和直流动力电路；
- 例外：未列出的低压导线：橙色(例如 11.8.4 所要求)。
- 红色：交流控制电路；
- 蓝色：直流控制电路；
- 例外：以下是允许的，
- 买不到推荐颜色的绝缘导线时；
- 采用没有黄/绿双色组合的多芯电缆时。

11.9 电柜内配线

外壳内的导线应固定并需保持在适当位置。

建议要安装在电柜内的电气设备，要设计和制作成允许从电柜的正面修、改、配线(操作和维修)。如果有困难，或控制器件是背后接线，则应提供检修门或能选出的配电盘。

安装在门上或其他活动部件上的器件,应按 11.2 和 11.5 要求使用适合部件频繁运动用的软导线连接。这些导线应紧固在固定部件上和与电气连接无关的活动部件上。

注:电气连接或终端不被认为是安全的手段。

应使用终端块或插头/插座组合来终止延伸至外壳之外的控制线路。

如果设备符合各自的 IEC 国际标准,测量设备可以直接连接到设备的终端。

11.10 电柜外配线

11.10.1 一般要求

外壳的防护等级不应因电缆或管道及其相关的密封套、衬套等的安装而降低。

11.10.2 外部管道

11.11 中所述的适当管道应将导线封闭在电气设备外部,但用于安装的未封闭且使用或不使用连续支架的适当保护电缆除外。

如果电缆适用(如传感装置的专用电缆),足够短,放置或保护得当,使损坏的风险最小时,不必密封在管道中。

柔性连接到悬挂式按钮站应采用柔性导管或柔性多芯电缆。一般来说,除了柔性管道或灵活的多芯电缆外,还应采用灵活的多芯电缆来支撑吊挂站的重量。

如果至悬挂按钮站的连接必须使用柔性连接,则应采用软导线管或多芯软电缆。一般来说,除了软导线管或软多芯电缆之外,还可用于支撑悬挂的重量。只有设计用于支撑必要重量的柔性导管或软多芯电缆才能使用。

11.10.3 与土方机械移动部件的连接

与频繁移动部件的应按 11.2 和 11.5 要求的导线连接。软电缆和软导管的安装应避免过度弯曲和紧绷,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。当用回环结构时,弯曲回环应有足够的长度,以便使电缆的弯曲半径至少为电缆外径的 10 倍。

机械的软电缆安装和防护应使得电缆因使用不合理等因素引起外部损坏的可能性减到最小,软电缆应防止:

- 运动过程中与土方机械构件接触;
- 进出电缆篮或卷筒;
- 在垂挂式或悬挂式电缆上的加速力和风力;
- 电缆收集器过度摩擦;
- 暴露于过度辐射热。

电缆护套应能耐受正常磨损和环境污染物(例如油、水、冷却剂和研磨粉尘)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至少应保持 25 mm 距离。如果做不到,则应在二者之间安设遮栏。

在所有操作条件下,与移动部件相邻的柔性管道不得损坏。除非专门用于快速或频繁移动,否则不得使用柔性管道。

电缆输送系统的设计应使侧向电缆角度不超过 5°。电缆缠绕时,电缆缠绕时的扭转和电缆的接近和离开电缆导引装置应尽量减少。

应有措施确保至少总有两圈软电缆缠绕在电缆盘上。

柔性电缆处理装置不得造成电缆过度弯曲。所有点的内弯曲半径不得小于下列值:

——6 倍电缆直径或厚度(小于 20 mm);

——8 倍电缆直径或厚度(大于或等于 20 mm)。

例外:直径或厚度大于 8 mm 的电缆,由导向轮提供的 20 mm 电缆的弯曲半径不小于电缆直径或厚度的 8 倍。

例外:电缆制造商考虑到相关的因素,如电缆弯曲的次数/小时,对电缆进行评估。

两弯之间的直段长度至少是电缆直径的 20 倍。

11.10.4 土方机械器件的互连

在规定的情况下,土方机械安装的开关设备(如位置传感器和按钮)提供串联或并联测试点的端子应:

- 方便的通道便于安装;
- 有符合技术文件的清楚标识;
- 充分绝缘;
- 足够的间隔。

建议提供此类中间测试点。

11.10.5 插头/插座组合

插头/插座组合应满足下列一项或多项要求(适用时):

例外:a)~j)的要求不适用于附件内的组件或设备,该组件或设备通过不涉及柔性电缆的固定插头/插座组件,或连接到总线系统的插头/插座组合的组件。根据 5.2,外壳内部的插头/插座组合不需要满足此子条款的接触要求。根据 5.6,超出范围的插头/插座组合不需要满足该条的 IP 要求。

- a) 根据 e)正确安装的插头/插座组合,应防止无意中与带电部件接触,包括在插入或拆卸插头时。防护等级至少为 IPXXB。

注:这一要求并不适用于第 1 章中的 PELV 电路。

- b) 在 TN 系统中使用时,具有最先/最后断开的保护性等电位连接[使用自供电机器时的接地触点(或底盘保护等电位连接触点)]。

- c) 在加载期间连接或断开的插头/插座组合应具有足够的负载分断能力。额定电流为 30 A 或更大的插头/插座组合应与开关器件联锁以便只有当开关器件处于断开位置时连接或断开。

- d) 如果插头/插座组合的非故意断开可能导致危险情况,插头/插座组合应配备有保持装置。额定电流大于 16 A 的插头/插座组合应有保持装置用以防止意外断开。

插头/插座组合的安装应满足下列要求(适用时)。

- e) 断开连接后仍然存在的组件至少应有 IP2X 或 IPXXB 的防护等级。

注:这一要求并不适用于第 1 章中的 PELV 电路。

- f) 插头/插座组合的金属外壳应连接到保护等电位联结电路。

注:这一要求并不适用于第 1 章中的 PELV 电路。

- g) 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,应防止意外断开,并应有清晰标记,表明不在负载状况下断开。

- h) 在同一电气设备上使用多个插头/插座组合时,应清楚标识相关的组合。

建议采用机械编码以防相互插错。

- i) 控制电路用插头/插座组合应满足 IEC 61984 的适用要求。

例外:参见 j)。

- j) 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。只有符合 IEC 60309-1 的插头/插座组合,其触头应适用于控制电路。

例外:第 j)项的要求不适用于使用高频信号的控制功能。

11.10.6 拆解装运

为了运输需要拆断布线时,应提供接线端子或插头/插座组合,以便于土方机械或其设备之间的连接。在运输和储存过程中,应将这些端子封装,并保护插头/插座组合不受实际环境的影响。

如果现场需要进行插接式电气连接以外的连接,或者现场组装可能对低压电气系统造成损坏,应依照第 17 章进行验证试验。

11.10.7 备用导线

提供备用导线时,应把它们连接在备用端子上,或用和防护接触带电部分同样的方法予以隔离。

应考虑提供维护和修理用的备用导线。

11.11 管道和线盒

11.11.1 概述

管道除对导体进行机械保护外,无其他用途,并提供适当的保护程度。非金属管道只有由阻燃绝缘材料制成时才允许使用。

管道和电缆盘应有刚性的支撑和定位,远离移动的部件,并以这样的方式使损坏或磨损的可能性最小化。在有可能存在人员的区域,管道和电缆托架的安装应至少高于工作面 2 m。但是,如果管道和电缆盘的高度低于 2 m,那么它们应适合 GB/T 25607—2010 的防护强度。

与导线绝缘接触的尖锐边缘、毛刺、粗糙表面或螺纹,应从管道和接头附件上清除。必要时,应提供由阻燃、耐油构成的附加防护以保护导线绝缘。

易存积油或水分的电缆中继系统、接线盒和其他用于连接目的的接线盒中,应允许有直径不超过 6 mm 的排水孔。只要满足所需的防护等级,其他的排水手段(例如管道或曲线)是可以接受的。

为了防止电气导线管与其他管道混淆,建议电气导线管用实体隔离安设,或者做出明显标记。

部分覆盖电缆槽中敷设的电缆应为适合安装的类型,无论是否使用开放式电缆槽或电缆支撑装置。

部分被遮盖的电缆托架不应看作管道或电缆管道装置。

管道的填充百分比应基于管道弯曲的数量和程度、导体的柔韧性以及载流导线相对于管道尺寸的数量和尺寸。

建议管道的尺寸和布置应便于插入导线和电缆。应考虑将管道内的弯曲数值限制在 360°。

11.11.2 金属硬导线管及管接头

金属硬导线管及管接头应为镀锌钢或适合使用条件的耐腐蚀材料制成。

应避免可能导致电流作用的不同金属的接触。

导线管应牢固固定在其位置上并将其两端支承住。

管接头应与导线管相适应。应使用带螺纹的管接头。

导线管的折弯不应损坏导线管,也不应减小导线管的有效内径。

任何两个拉点或插入点之间应最多设置 360°的弯管。

11.11.3 金属软导线及管接头

金属软管应由金属软管或编织线网铠装组成,它应适用于预期的使用环境。管接头应与软导线管相适应并适用。

11.11.4 非金属软管和管接头

非金属软管应耐弯折,它应具有与多芯电缆护套类似的物理性能。管接头应与软导线管相适应。

11.11.5 电缆管道装置

电柜外部的电缆管道装置应刚性支承,并应与机械的运动部位或污染部分隔开。

盖板的形状应正覆盖满周边;应允许加密封垫。

盖板应采用适当方法连接到电缆管道装置上。对于水平安装的电缆管道装置,其盖板不应装在底部。除非为这样的安装专门设计。

注:适用于电气安装电缆干线和管道装置见 IEC 61084-1。

除接线或排水需用孔外不应有其他开口。电缆管道装置不应有敞开的不用出的出砂孔。

11.11.6 土方机械隔间和电缆管道装置

应允许用机械立柱或基座内的隔间或电缆管道去封装导线,只要该隔间或电缆管道装置是与冷却液槽、油箱隔离并完全封闭的。

11.11.7 线盒

用于配线目的接线盒应便于维修。接线盒应有入口保护,并考虑到土方机械在预期工作情况下的外部影响,接线盒不得有敞开的出砂孔或其他开口。

11.11.8 电动机接线盒

电机接线盒应提供适当的非导电屏障,或电机端子与接线盒内任何其他连接或装置之间的足够间距和绝缘。

12 电动机和发电机

12.1 概述

由于许多控制器在电动机静止时没有完全断开电源,应注意确保符合 10.1.2、10.1.3、10.2、12.4 和 14.4 的规定。

电动机和发电机应符合 IEC 60034 系列标准的相关部分的规定。

12.2 外壳

所有电动机和发电机的保护等级至少为 IP23。根据使用 and 实际环境可能需要提出更严格的要求,例如存在灰尘或湿气。

注:未安装的电机不需要符合任何防护等级。

电动机和发电机外壳应尽可能符合 IEC 60034-5 的相关部件。

12.3 尺寸

电动机和发电机的尺寸应符合 IEC 60072 系列相关部分的要求。

12.4 安装和隔离

电动机或发电机的安装应确保适当的冷却,其温升保持在绝缘等级的限值内。

注:允许短暂超过 IEC 60034 电机标准规定的绝缘等级要求。

电动机或发电机的安装装置应使所有压紧装置和所有接线盒均可使用。

应安装电动机或发电机及其相关的动力传动部件,使它们得到充分的保护,便于检查、维护、润滑和更换。

电动机或发电机的冷却口应在可接受的水平上,以防止灰尘或水雾进入。

在切实可行的情况下,安装电动机或发电机的隔间应保持清洁和干燥。

仅当相邻隔间满足电机或发电机隔间的要求时,才允许在安装电机或发电机的隔间和另一个隔间之间打开。

12.5 电动机选择或设计标准

电动机和相关设备应根据预期的服务和环境条件选择或设计。应考虑的问题包括以下内容:

- 电动机型式;
- 工作周期;
- 恒速或变速运行(以及用于空气冷却电机,由此产生通风量变化的影响);
- 机械振动;
- 电动机控制的型式;
- 电压或电流的波形对电机的温度上升的影响,特别是当它由电子可调速度驱动提供时;
- 反转矩负载随时间和速度的变化,包括改变负荷;
- 大惯性载荷的影响;
- 恒转矩或恒功率操作的影响;
- 在电动机和变换器间可能需要感应式电抗器。

12.6 过热保护

对于功率大于 0.5 kW 的电动机或发电机,应提供过热保护。

例外:在工作中不允许自动切断电动机运转的场合,这种检测方式应发出报警信号,使操作者能够响应。过热电机可继续运行,以确保机器制动系统保持激活状态。

通过过载保护、阻抗保护、过热保护或限流保护等方法,可以实现电动机对过热的保护。建议防止过热的保护符合 IEC 60034-11。

12.7 超速保护

如果发生危险情况,应提供保护,防止电动机或发电机转速过高。

13 非电动机负载

13.1 辅助附件

如果土方机械具有用于附属设备(如手持式电动工具或测试设备)的插座,则适用下列规定:

- 除非电源为保护特低电压,否则应确保保护等电位联结电路与插座的连续性;
- 连接至插座的所有未被发现(或非底盘)的导线应按照 9.2 的要求保护,防止过电流。过电流保护应与其他电路隔离。

插座应符合 IEC 60309-1。如果这是不可行的,那么就应清楚地标明电压和电流等级。

插座的电路可配置残余电流保护装置(RCDs)。有些国家需要 RCDs。

建议采用专用的隔离装置,为土方机械或土方机械的部件提供断开连接的插座电路。

13.2 局部照明

13.2.1 概述

这些要求不适用于超低电压下的照明(一般不超过 50 V 交流额定线对线或线对地/底盘)。

见 5.10.2.2 对保护等电位联结电路的要求。

ON/OFF 开关不应并入灯座或连接线中。

选用适合的光源避免照明有频闪效应。

如果在电柜中装有固定照明装置,则应考虑电磁兼容性。

13.2.2 电源

局部照明电路的标称线间电压不超过 480 V。

照明电路应由下列来源之一提供:

- 一种专用的隔离变压器,连接到源隔离装置的线端,在二次电路中提供过电流保护。该电源只允许用于控制罩内的维护照明电路;
- 具有专用过电流保护的土方机械电路;
- 连接到电源隔离装置的线路侧的隔离变压器,配有专用的初级断开装置和次级过电流保护装置,并安装在与电源断开装置相邻的控制外壳内。

例外:如果在正常操作过程中操作人员无法接触到固定照明,则不适用本条。

13.2.3 保护

提供照明的电路的未接地(或在自供电的情况下不接地)导线应由过电流保护,而不是保护其他电路。

13.2.4 配件

灯罩应符合相关 IEC 国际标准,并应采用保护灯头的绝缘材料,防止无意接触。

反射器应由支架支撑,而不是由灯头支撑。可调照明设备应适合于应用环境。

例外:如果在正常操作过程中操作人员无法接触到固定照明,则本条不适用。

14 控制系统

14.1 控制电路

根据范围,这些要求不适用于在超低电压下运行的控制电路(一般不超过 50 V AC 标称线间电压或对地底盘),例如交流发电机/电池系统的 12/24 V DC。

14.1.1 控制电路电压

对于高压设备,直接连接到高压电路的控制电路,应通过如光学或隔离变压器耦合等方式与低压电路进行电气隔离。

14.1.2 保护

对于直接连接到电源的控制电路导线和提供控制电路变压器的导线,应提供 9.2.1 中规定的过电流保护。

由控制电路变压器或直流电源提供的控制电路的导线应提供过电流保护:

- 对于控制电路中的开关导线,连接到保护性的等电位联结电路;
- 在控制电路连接到保护等电位联结电路:
 - 1) 如果在所有控制电路中使用相同截面积导线的开关导线;
 - 2) 如果在不同的子电路中使用不同的截面积导线,则每个子电路的开关和公共导线均适用。

14.2 控制功能

除非在本章中有特别修改,控制功能应符合 ISO 20474-1 的规定。

14.3 联锁保护

14.3.1 联锁安全防护装置的复位

联锁安全保护装置的复位不应引发危险的机器运转,以免发生危险情况。

注:有起动功能(控制防护装置)的联锁防护装置要求见 GB/T 15706。

14.3.2 工作限值、辅助功能、联锁和反接制动

关于超过工作限值、辅助功能的操作、不同工作和相反运动间的联锁,以及反接制动应符合 ISO 20474-1 的规定。

14.4 失效控制功能

这些规定(例如防止由于控制系统失效而导致的土方机械的移动)应符合 ISO 20474-1 的规定。还应符合 ISO 13849 的规定。

14.4.1 概述

电气设备中的失效或干扰会引起危险情况或损坏机器和加工件时,应采取适当措施以减少这些失效或干扰的可能性。所需的措施及其实现,无论是单独的还是组合使用,均依赖于有关应用的风险评价等级。

例外:控制系统发生故障后,有关土方机械运动的功能安全的规定应按照 ISO 20474-1 的规定。

电气控制电路应有适当的安全性能水平,这由土方机械的风险评估确定。应符合 ISO 20474-1 的规定。

减少控制失效风险的措施包括:

- 安装在土方机械上的防护装置;
- 电气电路的保护联锁;
- 采用成熟的电路技术和元件;
- 提供部分或完整的冗余或相异技术;
- 提供功能试验。

存贮器记忆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拆除而引起危险情况。应提供措施(如使用按键、通路编码或工具)防止未经授权或意外修改存储器的内容。

14.4.2 失效情况下降低风险的措施

14.4.2.1 采用成熟的电路技术和元件

应尽量采用成熟的电路技术和元件,减少发生故障时的风险,例如:

- 功能等电位连接控制电路与保护等电位联结电路;
- 对于外部动力机器,按照 GB/T 38943.2 的要求连接控制设备;

- 用断电的方式停机(应急断开功能见 14.5.8);
- 将所有控制电路的导线转换至被控制装置;
- 使用直接断开操作的开关装置(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。

14.4.2.2 部分或完整采用冗余技术

在正常工作期间离线冗余技术不起作用的情况,应采取措施确保这些控制电路在需要时可供使用。

通过提供部分或完整的冗余技术可能使电路中单一失效引起的可能性减至最小。正常操作中冗余技术可能是有效的(在线冗余),或设计或专用电路,仅在操作功能失效时接替保护功能(离线冗余)。

14.4.2.3 采用相异技术

相异技术可以通过使用具有不同操作原理的控制电路,或者使用不同类型的组件或设备(例如联锁防护装置控制的常开和常闭触电组合)来减少由故障或故障造成的危险的可能性。

电和非电(如机械、液压、气动)的结合可以执行冗余功能和提供相异技术。

14.4.2.4 功能试验的规定

功能试验可以由以下任何组合进行:

- 控制系统自动进行;
- 启动和按预定间隔进行手动检查或试验。

14.4.3 接地(或自行式机器的机壳)故障、电压中断及连续性损失引起误操纵的防护

14.4.3.1 接地(或自行式机器的底盘)故障

控制电路的接地(或自行式机器的底盘)故障均不应引起意外的启动、潜在的危险运转或妨碍机器的停止。

满足这些要求可采用但不限于下列的方法:

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,在电源点,共用导体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)的触电、固态元件等插入控制电路电源有开关的导线一边与线圈或器件的端子之间。线圈或器件的其他端子(最好是同标记端)直接连接控制电路电源且没有任何开关要素的共同导线。

例外:保护器件的触电可以接在共用带线和线圈之间,以达到:

- 在发生接地故障时,自动切断电路;
- 连接非常短(如在同一电柜中)以致不会有接地(或自行式机器的底盘)故障(例如过载继电器)的可能。

- 2) 控制电路由控制变压器供电且不连接保护联结回路,与 1) 相同布置的保护联结电路,在发生接地故障时自动中断电路(或自动机发生机箱故障时自动中断电路)。

方法 b) 控制电路由控制变压器供电,变压器带中心抽头绕组,中心抽头联结保护接地回路,所有控制电路电源导线中,有包含开关元素的过电流保护器件(“电源”指辅助控制变压器)。

注:对有中心抽头的接地控制电路,一个接地(或者在自行式机器的底盘)故障会在继电器线圈上留下 50% 的电压。

在这种情况下,继电器可以保持,导致无法停机。

器件可以在一边或两边接通。

方法 c) 控制电路不经控制变压器供电而是下列的一种。

- 1) 连接到已接地电源的相导线之间。

- 2) 连接到相导线之间或连接到不接地或高阻抗接地(或自行式机器的底盘)的电源相导线和中性导线之间。

在意外启动或停止失效事件中,或在方法 c) 2)的情况下,可能引起危险情况或损坏机器的那些机械功能的启动或停止,应使用切换所有带电体的多级开关,在接地故障事件中应提供自动切断电路的器件。

14.4.3.2 电压中断

如果控制系统使用存储器,则应采取措施防止断电时存储功能的丧失。例如使用非易失性存储器和备用电池。

14.4.3.3 电路连续性损失

如果有关安全的控制电路连续性损失取决于滑动触点时,就可能引起危险情况,此时应采取适当措施(如采用双重滑动触头)。

14.5 操作板和安装在机器上控制器件

14.5.1 总则

14.5.1.1 概述

操作界面和机器安装的控制装置应符合 ISO 20474-1、ISO 6011 和 ISO 6682 的规定。

14.5.1.2 位置和安装

安装位置和安装要求应符合 ISO 20474-1 和 IEC 60204-1:2005 中 10.2 的规定。

14.5.1.3 防护

防护等级和其他适当措施一起应防止实际环境中或使用土方机械过程中发生的腐蚀性液体、油、雾或气体的作用。

操作板上的控制器件直接接触的防护等级至少应采用 IPXXD。

14.5.1.4 便携式和悬挂式控制站

便携式和悬挂式控制站应符合 ISO 15817 的规定。

14.5.2 按钮

14.5.2.1 颜色

按钮操动器的颜色应符合 IEC 60204-1:2005 中 10.2.1 的规定。

14.5.2.2 标记

标记应符合 ISO 6405-1 和 ISO 6405-2 的规定。

14.5.3 指示灯和显示器

指示灯及显示器应符合 ISO 20474-1 和 IEC 60204-1:2005 中 10.3 的规定。

14.5.4 照明按钮

照明按钮要求按 IEC 60204-1:2005 中 10.4 的规定。

14.5.5 旋转控制装置

具有旋转部分的器件(如电位计和选择器开关)的安装应防止其静止部分转动。只依靠摩擦力是不够的。

14.5.6 起动装置

起动装置应符合 ISO 20474-1 和 ISO 10968 的规定。

14.5.7 急停装置

急停装置的要求应符合 ISO 20474-1, ISO 13850 和 IEC 60204-1:2005 中 10.7 的规定。

紧急停止装置应设置在各个操作控制站以及其他可能要求引发急停功能的位置。

14.5.8 紧急断开器件

紧急断开器件应符合 IEC 60204-1:2005 中 10.8 的规定。

14.5.9 使能控制器件

使能控制器件应符合 ISO 20474-1 和 IEC 60204-1:2005 中 10.9 的规定。

14.6 控制装置:位置、安装和电柜

14.6.1 概述

所有控制设备的位置和安装应易于接近和维修,防御外界影响和不限制机构的操作,以及机器及有关设备的操作和维修。

例外:除非由于土方机械的几何形状或尺寸,无法实现与可访问性和维护相关的位置,否则本要求和以下要求适用。

14.6.2 位置和安装

14.6.2.1 易接近性和维修

控制设备应不用移动它们的元件或不移动它们的配线就能清楚识别。

如果控制设备需要检查正确的操作或可能需要更换,这些操作应在不需要拆卸土方机械的其他设备或部件(除了打开门或拆卸罩盖、遮栏或障碍物)的情况下。

控制装置的安装都应易于从正面操作和维修。当需要专门工具调整、维修或拆卸器件时,应提供这些专门的工具。

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)、标记或标志或参照代号(单个或组合使用)清楚区分。

正常工作中需插拔的插头应具有非互换性,缺少此特性会导致误连接。

正常工作中需插拔的插头/插座连接器的安装应提供无障碍通道。

14.6.2.2 实际隔离或成组

14.6.2.2.1 与电气设备无直接联系的非电气部件和器件不应安装在装有控制器件的外壳中。

14.6.2.2.2 电磁阀等设备应与其他电气设备隔离开(如在单独的隔间中)。

14.6.2.2.3 集聚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

控制器件分隔开独立成组。

14.6.2.2.4 用于动力电路、相关的控制电路和由外部电源馈电的控制电路(如联锁)的接线端子应单独成组。

14.6.2.2.5 如果各组容易识别(如通过标记、用不同的尺寸、使用遮栏或颜色),则各组可以邻近安装。

14.6.2.2.6 在布置器件位置时(包括互连),由供方为它们规定的电气间隙和爬电距离应考虑实际环境条件或外部影响。

14.6.2.2.7 对于高压设备,包含高压设备的外壳不应包含低压设备或非电气部件,除非它们构成高压设备的组成部分,并对其正确运行至关重要。高压设备应与低压设备有清晰的标记和区分。靠近低压设备的高压开关柜应为金属封闭式,能够承受内部电弧故障。

14.6.3 防护等级

控制设备应有足够的能力防止外界固体物和液体的浸入,并要考虑到机器运行时的实际环境。

注 1: 电击防护的要求见第 5 章。

防止水浸入的防护等级应符合 IEC 60529 的规定。防护其他液体需要附加保护措施。

控制设备外壳的防护等级应不低于 IP 22。

例外 1: 作为保护罩的电气操作区域,用于适当程度的保护,防止固体和液体的浸入。

例外 2: 在汇流线或汇流排系统使用可移式集电器时,没有达到 IP 22 但应用 5.5 的措施。

下列为应用实例及由外壳提供的典型防护等级:

- 仅装有电动机起动电阻和其他大型设备的通风电柜 IP 10;
- 装有其他设备的通风电柜 IP 32;
- 一般工业用电柜 IP 32、IP 43 和 IP 54;
- 低压喷水清洗场(用软管冲、洗)的电柜 IP 55;
- 防细粉尘的电柜 IP 65;
- 汇流环装置的电柜 IP 2X。

实际操作环境可能需要不同程度的防护。

装有电阻器栅极空气冷却装置的外壳防护等级 IP XXB。

14.6.4 电柜、门和通孔

制造电柜的材料能承受机械、电气和热应力以及正常工作中可能碰到的湿度和其他环境因素的影响。

在内部安装的指示装置上提供的窗户应是适合承受机械应力和化学腐蚀的材料(例如钢化玻璃或不少于 3 mm 厚的聚碳酸酯薄片)。

门、罩盖与外壳的结合面和密封垫应能经受住机构所用的侵蚀性液体、油、雾或气体的化学影响。为保持门、盖和盖上需要打开或拆卸以进行操作或维护的外壳的保护程度而提供的方法应牢固地附着在门/盖或外壳上,并且不因门或盖的拆卸或更换而变坏,从而损害保护程度。

用于固定门和盖的紧固件应为强制型。

建议电柜门使用垂直绞缝,开角最小 95°,门宽不超过 0.9 m。

当外壳上有通孔(如电缆通道),包括通向地板或地基和通向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。电缆的进口在现场应容易再打开。机械内部装有电器件的壁龛底面可提供适当的通孔,以便能排出冷凝水。

在装有电气设备的壁龛和装有冷却液和装有冷却液、润滑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。这个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),也不适用于需要施用冷却液的电气设备。

如果电柜中有安装用孔,可能需要采取措施使安装后这些孔不削弱所要求的防护等级。

设备在正常或异常工作中,设备或装置应:

- 将设备装入能承受这种温度的外壳中,而没有燃烧或损害的危险;
- 设备的安装和位置应与邻近的设备有足够的距离以便安全散热;
- 用能耐受设备发热的材料屏蔽,避免燃烧或损害的危险。

注:警告标签应符合 16.2.2 的规定。

14.6.5 控制装置的通道

14.6.5.1 总通道装置

总通道装置须符合 ISO 2867 的规定。

14.6.5.2 其他通道口

除 GB/T 17300 所述的通道外,其他通道应符合 ISO 2860 的规定。

14.6.5.3 通道的门

在过道和电气操作区域的门应:

- 符合 GB/T 17300—2017 中表 1 规定的维修开口尺寸;
- 向外开;
- 允许从里开门,但有措施(如应急插销)而不使用钥匙或工具。

允许人快速完全进入的外壳应装备允许逃逸的装置,例如门内侧的应急插销。预定用于这类通道的外壳应符合 GB/T 17300—2017 中 5.4 机壳出入口的要求。

如果进入期间设备可能有电或者带电部分暴露,那么净宽度应至少为 1.0 m。如果在通道两侧存在这类部件,那么净宽度至少为 1.5 m。

注:这些尺寸来源于 ISO 14122。

14.7 低压设备和高压设备的通道

低压设备和高压设备的通道要符合 ISO 20474-1 和 GB/T 17300 的规定。

15 手册和技术文件

15.1 概述

除第 15 章另有规定外,土方机械电气设备的安装、操作和维修所需资料应符合 ISO 20474-1 的规定。

注:有些国家,允许使用一种或者多种指定语言。

15.2 需要提供的信息

电气设备提供的信息应包括以下内容:

- 1) 对防护装置、联锁功能、防灾防护装置的描述(包括联锁图);
- 2) 对保护的描述和提供的手段和使保护失效所需的程序(例如调整或维护);
- 3) 关于与保护措施有关的残余风险的信息,是否需要任何特定培训的指示,以及任何必要的个人防护(PPE)的说明。

15.3 文件

所有文件应符合 IEC 60204-1:2005 中 17.3 的规定。

有关电气系统的文件应足以生产土方机械,包括组装、生产测试和验证。

注:请参阅 IEC 60204-1:2005 中 17.4 的规定,包括安装和调试。

15.4 概略图和功能图

如果需要便于了解操作的原理,应提供概略图。

注 1: 概述图象征性地表示电气设备及其功能关系而无需示出所有互连关系。

注 2: 概述图的示例见 IEC 61082-1。

功能图可作为概略图的一部分或除概略图之外还有功能图。

注 3: 功能图示例见 IEC 61082-1。

15.5 电路图

应提供土方机械电路及其电气设备的电路图。

IEC 60617-DB 中没有出现的图形符号,应单独指明,并在图上或支持文件上说明。机械上的和贯穿于所有文件中的器件和元件的符号和标记应完全一致。

导线应按照 11.8 的规定进行标记。

如必要应提供表明接口连接的端子图。

为了简化,这种图可与电路图一起使用。

这种图应包括所表明的每个单元所涉及的详细电路图。

电路图的展示应使得能便于了解电路的功能、便于维修和便于故障位置测定。有些控制器件和元件有关功能特性,若从它们的符号表示法不能明显表达出来,则应在图上其符号附件说明或加注脚注。

机电图上的开关符号应指示所有电气和机械电源的开关位置,并在土方机械及其电气设备正常启动的情况下关闭。

15.6 操作手册

一般文件要求应符合 ISO 20474-1 的规定。

操作手册应指出操作人员在海拔 1 000 m 以上使用土方机械的限制。

操作手册应指定土方机械上不能用水喷射清洗的位置。

土方机械的技术文件应包括使用电气设备的步骤,特别注意与电气有关的安全措施。应为运营商提供适当的培训计划。

15.7 维修手册和保养说明书

15.7.1 概述

维修或保养应符合 ISO 20474-1 的规定。

维修手册和保养说明书应说明维修人员在电力和电气安全方面的受教育的水平。

15.7.2 维修时减少电气危险

维修或维护的资料应包括以下内容:

- 服务人员穿戴适当的电气防护装备,以减少意外接触的可能性,减少弧光和电弧爆炸的影响;
- 一种验证残余电压测量装置正常工作的方法;
- 在维修前验证残余电压放电的方法;

- 在初级和次级自动放电装置发生故障时,手动排放残余电压的步骤。如果需要手动排放残余电压的设备,该设备应由土方机械制造商提供或指定;
- 规范“上锁/挂牌”的操作和程序,这些操作和程序是禁用特定设备和防止在进行维护和维修时释放潜在危险能源所必需的;
- 根据 15.7.2.1~15.7.2.3 的规定,处理电击、电弧闪火、电弧爆破危险的信息;
- 指明土方机械上不能用水喷射清洗的位置;
- 对机器操作人员和服务人员在正确处理 IT 系统方面的说明,考虑在日常维护期间可能触发的“首次故障”。

15.7.2.1 电对人体影响的描述

维护或服务的文件应说明以下警告或同等警告:

“直接接触电会造成伤害或死亡。在维修这台机器时,请遵守本手册中规定的所有安全措施。”

15.7.2.2 医学培训的建议

维护或维修文件应说明以下内容或同等内容:

“电流流过身体的最严重生理效应是它对心脏的影响。”因此,服务人员应接受急救培训,包括心肺复苏(CPR)和使用自动体外电击去颤器(AED)。

15.7.2.3 参考资料

对于与维修电气设备相关的危险,制造商应参考文献[46]、[47]、[49]、[50]、[66]、[84]、[86]、[87]以及 GB/T 16895.21。

15.8 零件清单

如提供零件清单,应至少包括订购备件或替换件所需的资料,包括零件、设备、软件、测试设备和维修或服务所需的技术文件。

16 标记

16.1 概述

警告标记、铭牌、标记和识别牌应经久耐用,以承受实际环境。

有关图形符号,请参阅 ISO 7000、ISO 7010 和 ISO 9244 规定的安全标记。

例外:按钮标记符合 14.5.2.2 的规定。

16.2 警告标记

与土方机械有关的一般危险,安全标记应符合 ISO 9244 的规定。与土方机械上使用的低电压直接相关的危险,警告标记还应符合第 16 章的规定。

注意:符合 ISO 9244 要求机器安全标签至少包含两个面板。当只使用两个面板时,通常会有一个面板警告特定的危险,而另一个面板指示如何避免这种危险。在 16.2.2 中给出了双面板标签的例子。

16.2.1 电击危险

不清楚地表明其含有可能导致电击危险的电气设备的外壳应标有安全标志 ISO 7010。

警告标记应在门或外壳上清晰可见。警告标记在下列情况可以省略:

- 装有电源切断开关的外壳;

- 人机接口或控制站；
- 自带外壳的单一器件(如位置传感器)。

16.2.2 热表面危险

风险评价表明需要警告防止电气设备危险表面温度的可能性,有必要对热表面可能产生的危险提出警告,则应使用 ISO 9244 中适当的图形符号。

注意:ISO 9244:2008 中图 C.16 提供了完整安全标签的示例。这个标签包括两个面板:一个面板显示热表面警告,另一个面板显示避免(保持距离远离热表面)的示例。

16.2.3 磁场危险

如果风险评估表明有必要对磁场可能造成的危险提出警告,则可使用 ISO 7010-W006 中的警告标记。如果磁场可能具有这样的性质,即包括对心脏起搏器使用者造成伤害的可能性,则应警告危险。

16.2.4 电弧闪光危险

如果风险评估表明有必要对暴露于危险电弧闪光的可能性提出警告,那么在电气设备(如开关设备、面板、控制面板和运动控制中心)的警告标识上,可能需要检查、调整、维修或维护的适当图形符号,可能需要检查、调整、维修或维护。

在外壳的外部应显著地显示一个标记,该标记包含一个可能的弧源。标记应说明可用事件能量或所需的个人防护(PPE)等级。

16.2.5 残余电压风险

应按照 15.7.2 的规定提供一个显著的警告标记,以提醒维修人员为残余电压的放电留出时间。

16.3 功能识别

控制设备、视觉指标和显示器(特别是与安全有关的)的功能识别要求应符合 ISO 20474-1 的规定。

16.4 设备标记

16.4.1 一般要求

标记应符合 ISO 20474-1 的规定。

16.4.2 危险电压指示(所有机器)

如果在维修过程中有可能与外壳内的带电部件发生手指接触,则应在外壳上标上有害电压等级。此类外壳的例子有电柜、控制装置外壳、电机连接外壳等。

16.5 参考编号

所有的外壳、组件、控制装置和组件都应通过技术文档清楚地标记或可识别。参考标识应与技术文档中使用的标识一致。

16.6 保护等电位连接端子

保护等电位连接端子应按 5.10.2.6 的规定进行标记。

17 试验

17.1 概述

本部分规定了土方机械电气设备型式试验和常规试验的一般验证要求。小批量机器的型式试验和常规试验可以相同。自行式土方机械连接到“地”应理解为连接到土方机械底盘。

验证应包括 a)～g)项试验。

如果进行现场装配,如果涉及低压连接,如果会损坏低压电气系统,现场装配说明应包括 a)～f)的验证,但简单的即插式连接不需要现场验证:

- a) 电气设备的检验与技术文件的一致性;
- b) 保护等电位联结电路连续性;
- c) 若通过自动切断电源进行间接接触的防护,对于自动切断电源适用的保护条件;
- d) 绝缘电阻测试;
- e) 额定电压大于 1 000 V 时的电压测试;
- f) 残余电压的保护;
- g) 功能试验。

进行试验时,建议遵循以上列出的顺序。

当电气设备变动时,应采用 17.8 规定的要求。

这些试验应按照 IEC 标准规定的测量设备进行。对于符合 17.3 和 17.4 中的试验,采用符合 IEC 61557 系列标准要求的测量设备。

应记录试验结果。

17.2 保护等电位联结电路的连续性

应在土方机械的每个保护等电位联结电路上进行本条款所述的试验。

PE 端子与各保护等电位联结电路中各点之间的保护等电位联结电路的电阻应使用 0.2 A～10 A 之间的电流进行测量。

测试电流应来自隔离源(例如 SELV,见 GB/T 16895.21—2011 中 413.1),最大空载电压为 24 V 交流电压或直流电压。

本测试不建议使用 PELV 源,因为此类供应可能产生误导的测试结果。

所测电阻应在所测保护等电位结合导线的长度、横截面积和材料范围内。

注:使用大电流增加了测试的准确性,特别是在测量低电阻值时。

17.3 电源自动断开保护条件

如果通过自动断开提供间接接触保护,则应验证自动断开电源的条件。

在核查时,应采取措施避免机器危险和与机器有关的电气危险,如燃烧和化学危险。

验证应采取安全措施,不得对机器及其电气设备造成破坏。

为了验证 TT、TN 和 IT 接地系统中电源的自动断开,请注意 IEC 60364-6。

17.3.1 一般要求

如果采用自动断开的方式提供间接接触保护,则需要验证电源自动断开的条件。

注:在 17.3.2 中指定了 TN 系统的验证。有关其他信息和 TT 和 IT 系统的验证,见 IEC 60364-6。

17.3.2 TN 系统中相关过电流保护装置的故障回路阻抗验证和适用性

本试验验证了电源自动断开保护的的条件。当试验以计量方式进行时,应始终优先于 17.2 的试验。

注 1: 保护等电位联结电路的不连续可能会导致危险的情况。

测试人员或其他人员,或在回路阻抗测试期间损坏电气设备。

进站外部保护导线的电源连接和连接到土方机械的 PE 端子上,应通过检验进行验证。

附录 B 中规定的自动断开电源保护的的条件应由以下两方种方式进行验证:

1) 故障回路阻抗的验证:

——计算;

——根据 B.3 进行测量。

2) 验证相关过电流保护装置的设置和特性是否符合附录 B 的要求。

注 2: 对于采用自动断开保护条件的电路,可进行故障回路阻抗测量,其电流为 1 kA (I_a 是在附录 B 规定的时间内引起切断开关自动运行的电流)。

17.4 绝缘电阻测试

如果土方机械的电气设备包含有可能在测试过程中运行的浪涌保护装置,则可以断开这些装置或将测试电压降至低于电涌保护装置的电压保护水平的值,但不低于电源(相对中性点)电压上限的峰值。

17.4.1 低压绝缘电阻测试

在功率电路导线与保护等电位联结电路之间的绝缘电阻为 500 V 的绝缘电阻不小于 1 M Ω 。测试可以在土方机械电气设备的各个部分进行。

例外:对于包含母线、汇流线、汇流排和汇流环的电气设备零件,允许使用不小于 50 k Ω 的较低最小值。

17.4.2 高压绝缘电阻测试

在高压设备额定电压或 5 kV 电压下,功率电路导线和保护键电路之间的绝缘电阻不小于 1 M Ω ,以较小者为准。整个高压设备的各个部分可以分别进行测试。

例外:通过与设备制造商的协议,对于包含母线、汇流线、汇流排和汇流环的电气设备零件,允许使用较低的最小值。

17.5 耐电压测试

测试电压的额定频率应为 50 Hz 或 60 Hz。或者,测试可以在直流电压等于指定交流电压的峰值时进行。在两个直流极性下测试是可选的。

测试电压应大于:

——设备的额定电压或工作电压;

——1 000 V。

测试电压应在电源电路导线和保护等电位联结电路之间应用约 1 s。如果没有发生电气故障,则通过此故障测试。

在测试期间,不能承受测试电压的部件和设备应断开连接。作为被测试的绝缘材料的一部分,单独的部件和设备不应在这个测试中断开连接。应注意避免对已测试的电气/电子系统造成损坏。

电压测试应使用符合 IEC 61180-2 的测试设备进行。

按照产品标准进行电压测试的部件和设备在测试过程中可能会断开连接。

17.6 残余电压防护

对所有组件包含存储电荷大于 $60\ \mu\text{C}$, 应证明符合 5.4 的要求(例如 24 V 电路不需要直接测量)。

17.7 功能试验

电气设备的功能应进行试验。

电气安全电路的功能[如接地(或自行式机器的底盘)]应进行检验。

特别是, 在功能测试中应包括适当安装电动机和监测功能的验证。

17.8 重复试验

如果土方机械及其有关设备有变动或改进, 则应根据 17.1~17.7 重新检验和试验。

尤其应注意重复试验对设备可能有不利的影响(例如绝缘应力、器件的断开/重新连接)。

17.9 高压设备的防护等级(IP)测试

对于高压设备, 直接接触的设备根据 IEC 60529 的要求, 应提供的最低防护等级为 IPXXDH。

附 录 A
(资料性附录)
重大危险源清单

附录 A 包含危险、危险情况、危险情况原因和设计关注领域的例子。见表 A.1。

表 A.1 重大危险源清单

序号	危 险	相关条款/子条款
1	示例危险:使用电力引起的安全危险涉及以下内容,但并非详尽清单:	
1.1	电击	第 5 章
1.2	电弧闪光	第 15 章
1.3	能量存储	第 15 章
1.4	火灾	第 6 章
1.5	热表面	第 7 章
1.6	电磁兼容的影响	第 4 章
2	示例危险情况:一些人员遇到示例危险的情况包括:	
2.1	一般来说,低压电气系统的运行、服务和维护	所有的章节
2.2	个人防护设备的使用(PPE)	5.4,15.2
2.3	使用特殊测试设备及其使用说明	11.10.4,15.8,17.5
2.4	由于电磁兼容性导致的不可预见的土方机械操作	4.5.1, 5.10.2.7
2.5	来自主要低压源的超低电压,并有可能“穿透”到 ELV 电路	4.4
2.6	存在耗能电阻器栅格,如用于土方机械制动的电阻器	14.6.3
2.7	设备失效或故障	第 9 章
2.8	未充分保护的设备,有可能产生的危险,如电引起的火灾	第 5 章、第 6 章、第 7 章、 第 8 章、第 9 章
3	危险情况的例子:危险情况可能是由以下原因造成的:	
3.1	电源的干扰或中断,以及电源电路的故障或故障导致土方机械的故障: 注:示例包括以下内容: ——短路; ——电机或发电机过载; ——电机、发电机或电力电子设备的冷却损失; ——设备温度异常; ——电动机或发电机超速; ——接地(或自行式机械底盘)故障/残余电流; ——由雷击或开关引起的浪涌或瞬变	第 9 章
3.2	因滑动或滚动接触而导致的电路连续性损失,导致安全功能失效	11.6
3.3	释放储存的能量(电子或机械的),可能导致伤害的电击、电弧闪光或意外移动	第 5 章、第 8 章、 第 9 章、第 10 章

表 A.1（续）

序号	危 险	相关条款/子条款
3.4	不正确相序	11.8
3.5	会给人带来健康问题的可听见噪声	3.4.3
4	设计关注的领域示例:应特别关注土方机械的安全危害:	
4.1	设备选型	4.4
4.2	接线方式,包括保护等电位联结	第 11 章
4.3	安全标签和安全标记	第 16 章
4.4	操作手册	第 15 章

附 录 B
(规范性附录)
在 TN 系统中间接接触的防护

B.1 概述

附录 B 适用于自行式和外部动力的机械(另见 GB/T 16895.21—2011 和 IEC 60364-6 以做进一步说明)。

- 当带电部件与等电位保护连接部件或导体之间发生故障时,过电流保护(OCP)应满足以下要求:
- 自动断开对电路或设备的供电;
 - 在不超过 5 s 的时间内完成断开。
- 例外:如果不能保证 5 s 或更短的切断时间,同时可触及的导电部件之间的预期触摸电压不应超过
- 50 V 的交流电;
 - 120 V 无波纹直流电(见 B.3)。

为提供通过插座(如在土方机械上辅助设备用的插座)或固定连接的线路,直接向 I 类手持设备或便携式设备的供电的电路,GB/T 16895.21—2011 中表 41.1 给出最长切断时间。

例外:当对地(或自行式机械的底盘)交流电压大于 230 V 但不大于 277 V 时,允许最长切断时间为 0.4 s。

B.2 过流保护的故障条件

B.2.1 一般要求

故障回路阻抗、过流保护跳闸电流和标称线路对地(或对自行式机械的底盘)电压之间的关系如式(B.1)所示:

$$Z_s \leq U_0 / I_a \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

- 式中:
- Z_s ——故障回路阻抗(包括电源、故障点前的带电导体和故障点到电源的返回路径),单位为欧姆(Ω);
 - U_0 ——对地标称交流电压,单位为伏特(V);
 - I_a ——在规定的时间内引起过流保护动作的跳闸电流,单位为安培(A)。
- 应注意由于故障电流使导体的温度升高,其电阻也随之增加。
- 注:计算短路电流的资料可以找到,例如在 IEC 60909 中或从短路保护器的供方获得。

B.2.2 验证

B.2.2.1 概述

通过验证相关过流保护的特性(通过检查断路器的电流设置或熔断器的额定电流或软件动作的评估),以及通过测量故障回路阻抗 Z_s ,确定过流保护是否符合 B.2.1 的要求。

例外:如果可以得到故障回路阻抗或保护导体电阻的计算,并且安装的性质允许验证导体的长度和横截面积,则可以用验证保护导体的连续性来代替故障回路阻抗的测量。

B.2.2.2 故障回路阻抗的测量

故障回路阻抗的测量应使用符合 IEC 61557-3 规定的测量设备。

对于外部动力的土方机械,应在土方机械连接至与电源的标称频率相同频率的电源(在预期使用位置)下进行测量。

测量的故障回路阻抗应符合 B.2.1。

B.2.2.3 导体电阻测量值与故障条件下电阻测量值的差异

测量是在低电流和环境温度下进行的。因此,为了验证故障回路阻抗实测值与 B.2.1 的要求是否一致,需要考虑在故障条件下,随着温度的升高,导体电阻的增加。

由于故障电流导体的电阻随温度的升高而增加,应满足以下限制,见式(B.2):

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

其中 $Z_{S(m)}$ 为 Z_s 的测量值。

如果根据 B.2.2.2 进行的测量导致故障回路阻抗值超过规定的限制,则可以使用 IEC 60364-6:2006 (C.61.3.6.2)中描述的步骤进行更精确的测量。

B.3 接触电压低于 50 V 的故障回路阻抗

B.3.1 一般要求

当不能采取 B.2 的要求及选择辅助联结作为防护危险触摸电压的措施时,本保护条件意指触摸电压已减少到低于 50 V 以及保护电路的阻抗(Z_{PE})若不超出式(B.3)所示:

$$Z_{PE} \leq \frac{50}{U_0} \times Z_s \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

Z_{PE} ——装置中设备的任何处和机械端子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)外部可导电部分之间的保护联结电路的阻抗。

B.3.2 验证

通过使用 17.2 的试验测量电阻 R_{PE} 验证与 B.3.1 的一致性,若 R_{PE} 的测出值不超出式(B.4)所示时,达到了保护条件。

$$R_{PE} \leq \frac{50}{I_{a(5s)}} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

$I_{a(5s)}$ ——保护器件的 5 s 动作电流,单位为安培(A);

R_{PE} ——机械上端子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)外部可导电部分之间的保护联结电路的电阻,单位为欧姆(Ω)。

注:辅助保护联结被认为是对防护间接接触的补充。

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。

附 录 C
(资料性附录)
应急操作功能说明

本附录以 IEC 60204-1:2005 中附录 E 为依据,适用于自行式和外部动力的土方机械。

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

紧急操作

紧急操作包括下列单独的或组合的:

- 紧急停止;
- 紧急起动;
- 紧急断开;
- 紧急接通。

紧急停止

预期停止要出现的危险过程或运动的紧急操作。

紧急起动

预期起动过程或运动以去除或避免危险情况的紧急操作。

紧急断开

预期切断设备的全部或部分电源,避免电击危险或其他由电引起的危险的紧急操作。

紧急接通

预期接通部分设备的电源,是预期用作紧急情况的紧急操作。

附 录 D
(资料性附录)

GB/T 38943、UN ECE R100 和 ISO 6469-3 之间的对比

表 D.1 中给出了部分要求的对比。

表 D.1 GB/T 38943、UN ECE R100 和 ISO 6469-3 之间的对比

主题	GB/T 38943.1—2020		UN ECE R100:2011		ISO 6469-3:2011	
	章条	要求	章条	要求	章条	要求
电压范围	第 1 章	50 V~36 kV 范围所有频率的交流电 75 V~36 kV 范围的直流电(包括所有频率的脉动直流电)	第 2 章	30 V~1 000 V 交流电 60 V~1 500 V 直流电 频率范围没有要求	第 1 章	30 V~1 000 V 交流电 60 V~1 500 V 直流电 频率范围没有要求
电源	第 1 章	电源或自行式	第 1 章	自行式(仅用于充电)	第 1 章	自行式(仅用于充电)
组件	4.4	符合 IEC 国际标准	无	无	7.8	符合 IEC 60664 或通过高压绝缘试验
EMC	4.5.1	推荐使用 ISO 13766 一些部件标准包含了适用的 EMC 要求	无	无	无	无
环境温度	4.5.1	推荐-25 ℃~+70 ℃	无	无	第 4 章	无(由生产商指定)
环境湿度	4.5.1	推荐 30%~95%	无	无	第 4 章	无(由生产商指定)
振动	4.5.1	推荐 ISO 15998	无	无	无	无
工作高度	4.5.3	1 000 m 以下	无	无	第 4 章	无(由生产商指定)
外壳(不在驾驶室内) IP 等级	4.5.4 14.6.3	应受到保护	5.1.1.2	IPXXB	7.6.2	IPXXB
电源断开	10.1	要求(可接受电动机停机) 需要分离特性	无	无	7.3.4	可选的。 (“作为保护措施可能断电”) 没有关于如何或何时完成断电的要求
防止无预期的起动	10.2	需要	无	无	无	无

表 D.1 (续)

主题	GB/T 38943.1—2020		UN ECE R100:2011		ISO 6469-3:2011	
	章条	要求	章条	要求	章条	要求
电击保护	第 5 章	通过外壳 通过绝缘 通过残余电压保护 通过遮栏 通过放置 采用Ⅱ级设计 通过自动切断 通过 PELV	5.1	通过外壳 通过绝缘 — 通过障碍或 — 由第Ⅱ类设计或 — —	第 7 章	通过外壳 通过绝缘 — 通过遮栏 — 由第Ⅱ类设计或 — —
过载保护/ 设备保护	9.2	——要求 ——过电流保护 (OCPs) ——电机 ——超过温度 ——超速 ——接地故障或底盘故障 ——过电压	无	无	无	无
等电位联结	5.10	——保护导线 ——联结电路 ——连接 ——高泄漏电流 ——功能结合	5.1.2.1	“暴露在外的导电部件……应通过电源线或地线连接,或通过焊接,或通过螺栓连接等方式,以电镀方式安全地连接到电气底盘上。”	7.9	“所有组件构成可能的均衡电流路径(导体,连接)将在单一故障的情况下抵抗最大电流”
控制系统	第 14 章	——控制电路电源/保护 ——互锁 ——出现故障时的功能 ——运营商接口 ——控制装置 ——外壳 ——进入	无	无	无	无
导线和电缆	第 11 章	——导线 ——导线/电缆绝缘 ——弯曲、缠绕、张紧	无	无	无	无

表 D.1 (续)

主题	GB/T 38943.1—2020		UN ECE R100:2011		ISO 6469-3:2011	
	章条	要求	章条	要求	章条	要求
接线	第 11 章	—— 连接 —— 运行/布线 —— 电线标识(包括 橙色标识) —— 弯曲 —— 隐藏和暴露 —— 插头和插座的 组合 —— 装运分解 —— 管道、线盒、导管	5.1.1.5.3	橙色标识	6.2	橙色标识
电动机和 发电机	第 12 章	—— 符合 IEC 60034 的要求 —— 过流、过载、超速 —— 一般设计/选择 准则	无	无	无	无
非电动机 负载	第 13 章	过电流保护要求	无	无	无	无
标记	第 16 章	指定的符号 —— 热表面 —— 磁场 —— 电弧闪光/爆炸 —— 残余电压的警告 —— 铭牌的要求	5.1.1.5.1	电击危险符号	第 6 章	电击危险符号
手册和 技术文件	第 15 章	—— 提供信息项列表 —— 司机和服务手册 中需要的项	无	无	无	无
测试	第 17 章	—— 自动切断 —— 结合连续性 (通过 = 满足计算范 围) —— 绝缘电阻 (通过 $\geq 1\text{ m}\Omega$) —— 高压绝缘试验 (通过 = 多于两个没 有故障或电压为 1 000 V) —— 残余电压 (10 s 内通过 $\leq 60\text{ V}$)	— 5.1.2.2 5.1.3.2 — 5.1.1.3	— $< 0.1\text{ }\Omega$ 100 Ω /V DC, 500 Ω / V AC — 在 1 s 之内 $\leq 60\text{ V}$ DC 或 30 V AC	— 7.9 7.7,8.2 8.3.3.2 8.3.3.3 7.3.4	— $\leq 0.1\text{ }\Omega$ 100 Ω / V DC, 500 Ω / V AC 自行式的 (通过 = 最高期望电 压无击穿) 针对插入式 (通过 = $2U + 1\text{ }000\text{ V}$ 用于基本绝缘没有故 障, $2U + 3\text{ }250\text{ V}$ 双 绝缘没有故障) 没有指定测试,但要 求衰减应小于 30 V AC 或 60 V DC(衰减 时间由生产商指定)

参 考 文 献

- [1] ISO 3864-1 Graphical symbols—Safety colours and safety signs—Part 1:Design principles for safety signs and safety markings
- [2] ISO 6011 Earth-moving machinery—Visual display of machine operation
- [3] ISO 6165 Earth-moving machinery—Basic types—Identification and terms and definitions
- [4] ISO 6405-1 Earth-moving machinery—Symbols for operator controls and other displays—Part 1:Common symbols
- [5] ISO 6405-2 Earth-moving machinery—Symbols for operator controls and other displays—Part 2:Specific symbols for machines,equipment and accessories
- [6] ISO 6469-3:2011 Electrically propelled road vehicles—Safety specifications—Part 3:Protection of persons against electric shock
- [7] ISO 6682 Earth-moving machinery—Zones of comfort and reach for controls
- [8] ISO 6722-1 Road vehicles-60 V and 600 V single-core cables—Part 1:Dimensions, test methods and requirements for copper conductor cables
- [9] ISO 7000-DB Graphical symbols for use on equipment—Registered symbols
- [10] ISO 7010 Graphical symbols—Safety colours and safety signs—Registered safety signs
- [11] ISO 10968 Earth-moving machinery—Operator's controls
- [12] ISO 12100:2010 Safety of machinery—General principles for design—Risk assessment and risk reduction
- [13] ISO 13732-1 Ergonomics of the thermal environment—Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces—Part 1:Hot surfaces
- [14] ISO 13732-2 Ergonomics of the thermal environment—Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces—Part 2:Human contact with surfaces at moderate temperature
- [15] ISO 13766 Earth-moving machinery—Electromagnetic compatibility
- [16] ISO 13849-1 Safety of machinery—Safety-related parts of control systems—Part 1:General principles for design
- [17] ISO 13849-2 Safety of machinery—Safety-related parts of control systems—Part 2:Validation
- [18] ISO 13850 Safety of machinery—Emergency stop function—Principles for design
- [19] ISO 13851 Safety of machinery—Two-hand control devices—Functional aspects and design principles
- [20] ISO 14118 Safety of machinery—Prevention of unexpected start-up
- [21] ISO/TR 14121-2 Safety of machinery—Risk assessment—Part 2:Practical guidance and examples of methods
- [22] ISO 14122-1 Safety of machinery—Permanent means of access to machinery—Part 1:Choice of fixed means and general requirements of access
- [23] ISO 14122-2 Safety of machinery—Permanent means of access to machinery—Part 2:Working platforms and walkways
- [24] ISO 14122-3 Safety of machinery—Permanent means of access to machinery—Part 3:Stairs,stepladders and guard-rails

- [25] ISO 14122-4 Safety of machinery—Permanent means of access to machinery—Part 4: Fixed ladders
- [26] ISO 14572 Road vehicles—Round, sheathed, 60 V and 600 V screened and unscreened single-or multi-core cables—Test methods and requirements for basic- and high-performance cables
- [27] ISO 15998:2008 Earth-moving machinery—Machine-control systems (MCS) using electronic components—Performance criteria and tests for functional safety
- [28] ISO 19014(all parts) Earth-Moving Machinery—Functional safety
- [29] ISO 20474-1:2008 Earth-moving machinery—Safety—Part 1:General requirements
- [30] ISO 20474(all parts) Earth-moving machinery—Safety
- [31] IEC 60034-1 Rotating electrical machines—Part 1:Rating and performance
- [32] IEC 60034-5 Rotating electrical machines—Part 5:Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) Classification
- [33] IEC 60034-11 Rotating electrical machines—Part 11:Thermal protection
- [34] IEC 60034(all parts) Rotating electrical machines
- [35] IEC 60038 IEC standard voltages
- [36] IEC 60072 series Dimensions and output series for rotating electrical machines
- [37] IEC 60204-11 Safety of machinery—Electrical equipment of machines—Part 11:Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V AC or 1 500 V DC and not exceeding 36 kV
- [38] IEC 60204-32 Safety of machinery—Electrical equipment of machines—Part 32:Requirements for hoisting machines
- [39] IEC 60228 Conductors of insulated cables
- [40] IEC 60269-1 Low-voltage fuses—Part 1:General requirements
- [41] IEC 60287(all parts) Electric cables—Calculation of the current rating
- [42] IEC 60309-1 Plugs, socket-outlets, and couplers for industrial purposes—Part 1: General requirements
- [43] IEC 60332(all parts) Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions
- [44] IEC 60335(all parts) Household and similar electrical appliances—Safety
- [45] IEC 60364(all parts),Electrical installations of buildings
- [46] IEC 60364-4-43:2008 Low-voltage electrical installations—Part 4-43: Protection for safety-Protection against overcurrent
- [47] IEC 60364-5-52:2009 Electrical installations of buildings—Part 5-52:Selection and erection of electrical equipment wiring systems
- [48] IEC 60364-6:2006 Low-voltage electrical installations—Part 6:Verification
- [49] IEC 60479-1 Effects of current on human beings and livestock—Part 1:General aspects
- [50] IEC 60479-2 Effects of current on human beings and livestock—Part 2:Special aspects
- [51] IEC 60502-1:2009 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1.2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)—Part 1:Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1.2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3.6$ kV)
- [52] IEC 60695(all parts) Fire hazard testing
- [53] IEC 60757 Code for designation of colours
- [54] IEC 60909(all parts) Short-circuit currents in three-phase AC systems
- [55] IEC 60947-2:2013 Low-voltage switchgear and controlgear—Part 2:Circuit-breakers
- [56] IEC 60947-3 Low-voltage switchgear and controlgear—Part 3:Switches, disconnectors,

switch-disconnectors, and fuse combination units

[57] IEC 60947-5-1:2009 Low-voltage switchgear and controlgear—Part 5-1: Control circuit devices and switching elements—Electromechanical control circuit devices

[58] IEC 60947-5-2 Low-voltage switchgear and controlgear—Part 5-2: Control circuit devices and switching elements—Proximity switches

[59] IEC 60947-7-1 Low-voltage switchgear and controlgear—Part 7-1: Ancillary equipment—Terminal blocks for copper conductors

[60] IEC 61000-5-2 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 5: Installation and mitigation guidelines—Section 2: Earthing and cabling

[61] IEC 61000-6-1 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 6: Generic standards—Section 1: Immunity for residential, commercial and light-industrial environments

[62] IEC 61000-6-2 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 6-2: Generic standards—Immunity for industrial environments

[63] IEC 61000-6-4 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 6: Generic standards—Section 4: Emission standard for industrial environments

[64] IEC 61082-1 Preparation of documents used in electrotechnology—Part 1: Rules

[65] IEC 61084-1 Cable trunking and ducting systems for electrical installations—Part 1: General requirements

[66] IEC 61140 Protection against electric shock—Common aspects for installation and equipment

[67] IEC 61180-2 High-voltage test techniques for low-voltage equipment—Part 2: Test equipment

[68] IEC 61200-53 Electrical installation guide—Part 53: Selection and erection of electrical equipment—Switchgear and controlgear

[69] IEC 61496-1 Safety of machinery—Electro-sensitive protective equipment—Part 1: General requirements and tests

[70] IEC 61557(all parts) Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V AC and 1 500 V DC—Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures

[71] IEC 61558-2-17 Safety of power transformers, power supply units and similar—Part 2: Particular requirements for transformers for switch mode power supplies

[72] IEC 61800-3 Adjustable speed electrical power drive systems—Part 3: EMC requirements and standard including specific test methods

[73] IEC 61800-5-1 Adjustable speed electrical power drive systems—Part 5-1: Safety requirements—Electrical, thermal and energy

[74] IEC 61800(all parts) Adjustable speed electrical power drive systems

[75] IEC 61851-1 Electric vehicle conductive charging system—Part 1: General requirements

[76] IEC 62196-1 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets—Conductive charging of electric vehicles—Part 1: General requirements

[77] IEC 62271-1 High-voltage switchgear and controlgear—Part 1: Common specifications

[78] IEC 62271-200 High-voltage switchgear and controlgear—Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

[79] IEC 62271-201 High-voltage switchgear and controlgear—Part 201: AC solid-insulation enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

- [80] CISPR 61000-6-3 Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 6; Generic standards—
Section 3; Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
- [81] IEC Guide 106 Guide for specifying environmental conditions for equipment performance rating
- [82] CENELEC HD 516 S2 Guide to use of low voltage harmonised cables
- [83] UN ECE R100:2011 Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard
to specific requirements for the electric power train
- [84] NFPA 70E Standard for Electrical Safety in the Workplace
- [85] CSA Z462 Workplace Electrical Safety
- [86] IEEE 3000 Standards Collection for Industrial & Commercial Power Systems
- [87] HDBDK-1092-2013 Dept. of Energy Handbook, Electrical Safety
-