

DB42

湖 北 省 地 方 标 准

DB42/T 2162—2023

港口岸电设计导则

Guide for design of shore-to-ship power supply

2023 - 12 - 23 发布

2024 - 02 - 23 实施

湖北省市场监督管理局 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 2

5 电气系统 2

6 保护、计量与通信 9

7 土建 10

附录 A（资料性） 典型案例电气接线示意图..... 12

附录 B（资料性） 典型案例电气参数计算..... 17

附录 C（资料性） 设备安装结构示意图..... 21

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国网湖北省电力有限公司经济技术研究院提出。

本文件由国网湖北省电力有限公司归口。

本文件起草单位：国网湖北省电力有限公司经济技术研究院、中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司、武汉大学、宜昌既济建设有限公司、宜昌电力勘测设计院有限公司、国网宜昌供电公司经济技术研究所、中交第二航务工程局有限公司、湖北省标准化与质量研究院。

本文件主要起草人：郑旭、舒东胜、赵红生、杨东俊、彭勇、唐飞、刘恒、毕伟、黄伟、关钦月、徐小琴、杨明、蔡杰、熊炜、赵爽、郭婷、魏聪、陈曦、杭翠翠、颜炯、林洁瑜、黄大玮、张东寅、张顺、宋朝霞、赵冲、邓玲、任国斌、唐浩、陈业飞、金倩、何奇、刘畅、田唯、毛昌庆、林红星、姜康、张朵、聂婕。

本文件实施应用中的疑问，可咨询国网湖北省电力有限公司，联系电话：027-83685302，邮箱：1336320285@qq.com；对本文件的有关修改意见建议请反馈至国网湖北省电力有限公司经济技术研究院，联系电话：13995544894，邮箱：20688068@qq.com。

港口岸电设计导则

1 范围

本文件规定了港口岸电设计的基本要求、电气系统、保护、计量与通信、土建等要求。

本文件适用于湖北省内河流和湖泊港口的集装箱码头、干散货码头、件杂货码头、滚装码头、公务船码头、客运及游船码头岸电新建和改造工程设计，本文件不适用于油气化工码头岸电工程的设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 156 标准电压

GB/T 1094.1 电力变压器 第1部分：总则

GB/T 3906 3.6 kV~40.5 kV交流金属封闭开关设备和控制设备

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则

GB/T 7251.12 低压成套开关设备和控制设备 第2部分：成套电力开关和控制设备

GB/T 11918.2 工业用插头插座和耦合器 第2部分：带插销和插套的电器附件的尺寸兼容性和互换性要求

GB/T 11918.5 工业用插头插座和耦合器 第5部分：低压岸电连接系统（LVSC系统）用插头、插座、船用连接器和船用输入插座的尺寸兼容性和互换性要求

GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波

GB/T 17467 高压/低压预装式变电站

GB 18802.11 低压电涌保护器（SPD） 第11部分：低压电源系统的电涌保护器 性能要求和试验方法

GB/T 30845 高压岸电连接系统（HVSC系统）用插头、插座和船用耦合器 所有部分

GB 50007 建筑地基基础设计规范

GB 50053 20 kV及以下变电所设计规范

GB 50054 低压配电设计规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB/T 50064 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范

GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范

GB 50217 电力工程电缆设计标准

DL/T 2143.2 港口岸电系统建设规范 第2部分：电能计量

DL/T 5222 导体和电器选择设计规程

JTS 155 码头岸电设施建设技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

港口岸电系统 port shore-to-ship power supply system

主要由港口内各码头的岸电设施和相关供配电设施组成，通过码头岸电设施向停靠港口的船舶提供电力的系统。

3.2

码头岸电设施 shore-to-ship power supply facility

由陆域电力系统向停靠码头的船舶提供电能的设备及装置，主要包括开关设备、岸电电源、接电装置和电缆管理装置等，其整体称为码头岸电设施。

3.3

电源接入点 power access point

码头岸电设施接入公共电网或港口供配电系统以获取电力供应的连接点。

3.4

接电装置 device of connection power

由岸电接电箱、接插件等构成，承载电能传输的装置。

3.5

电缆管理装置 cable management facility

用于岸船连接电缆收放的装置，其型式有卷车式、起重机式等。

4 基本要求

4.1 港口岸电工程设计应遵循安全可靠、灵活高效、节能环保、经济适用的原则，满足港口停靠船舶的负荷用电需求，减少船舶废气排放，实现港口节能减排，满足国家绿色低碳发展理念要求。

4.2 港口岸电系统应具备高度的可靠性、可用性、稳定性和少维护性。

4.3 码头岸电设施的系统设计方案应满足靠港船舶供电的要求，宜留有发展余地，同时符合港口供电系统接口要求。

4.4 码头岸电设施的布置应综合考虑码头总平面、水工结构和装卸作业等实际情况，不应妨碍码头正常生产作业，应保证消防通道畅通。

4.5 码头岸电设施建设应满足生产作业要求，保证生产作业和人员的安全，应设置相应的标识和安全设施。

4.6 港口岸电工程设计除应符合本标准的要求外，应符合国家、行业其他有关现行规范标准的要求，满足其所属企业的相关标准与规定。

5 电气系统

5.1 供电系统

5.1.1 港口岸电系统有高压供电要求时，电源接入点宜优先接入港口 10kV（6kV）配电系统，当港口

配电系统供电能力不能满足要求时，应接入公共配电系统或对港口配电系统进行相应增容。

5.1.2 港口岸电系统以低压方式供电时，在港口低压配电系统备用容量充足，电源接入点宜优先接入港口低压配电系统，否则应设置专用配电变压器从 10kV（6kV）配电系统取电，10kV（6kV）配电系统要求同 5.1.1 条的规定，变压器容量应符合当地供电部门的相关规定。

5.1.3 港口岸电系统电源接入点容量的计算应综合考虑码头泊位数、各码头泊位主要停靠的船舶类型用电需求和泊位利用率，应留有余量。

5.1.4 码头岸电设施向泊位供电的电压、频率与容量应与该码头泊位停靠的主要船舶类型用电需求相适应。

5.1.5 码头岸电设施向船舶供电电压符合下列规定：

- 供电容量小于 630 kVA 时，宜采用低压供电方式；
- 供电容量为 630 kVA ~ 1600 kVA 时，宜采用高压供电方式；
- 供电容量大于 1600 kVA 时，应采用高压供电方式。

5.1.6 码头岸电设施输出电压和频率应符合表 1 的规定。

表1 输出电压和频率

供电电压	输出电压（V）	输出频率（Hz）
高压供电	10000	50
	6000	50
低压供电	400	50

5.1.7 码头岸电设施向单个泊位供电的容量，应根据该泊位停靠的主要船舶类型的单台最大发电机组额定容量以及停泊船舶数量确定。

5.1.8 码头泊位主要停靠的船舶类型有多种，船舶供电需求有两种或两种以上时，该泊位宜采用多种电压的供电方式。

5.1.9 码头岸电设施向泊位供电的电气接线方式宜采用放射式、树干式。

5.1.10 码头岸电设施向单艘停靠船舶供电时宜设置隔离变压器；单套岸电设施需向多艘船舶供电时，每个供电回路均应设置隔离变压器。当船电系统的岸电受电处装设有隔离变压器时，岸电系统可不配置隔离变压器。

5.1.11 岸电接电装置的数量和布置，应与码头建设规模、靠港船舶类型和数量相适应，应根据港口码头的发展规划留有扩展余地。

5.1.12 同一套接电装置不应同时设置高、低压供电接口，需向泊位提供高压、低压供电时，应分别独立设置高、低压接电装置。

5.2 岸、船电气系统连接

5.2.1 码头供电与船舶受电分界点应设置在码头岸电接电装置处，岸电与船舶电气系统采用带接插件的电缆连接，接插件应符合下列规定：

- 高压供电接插件应采用 AC 12 kV/500 A 或 AC 7.2 kV/350 A 规格，并符合 GB/T 30845 的有关规定；
- 低压供电接插件应采用 AC 1000 V/63 A、125 A、250 A 或 350 A 规格中的一种或多种，并符合 GB/T 11918.5 的有关规定。

5.2.2 客运码头、旅游船码头岸电设施应配置岸船连接电缆，以插头形式连接至船舶。其它码头岸电设施宜配置插座，岸船连接电缆由船舶提供。

5.2.3 为便于未进行岸电接电设计或改造的船舶接电，低压供电接口宜配置 GB/T 11918.2 接口转换

装置。配置插座的低压供电的泊位宜根据码头数量、停靠船舶类型配置临时连接线，临时连接线一端为标准插头，应符合 GB/T 11918.5 的规定，另一端的线芯配置冷压端头。

5.3 电气布置

5.3.1 码头岸电设施的布置符合下列规定：

- 接电装置应靠近船舶受电点，保证电缆进出线方便；
- 设置在少尘和无腐蚀性气体的场所，如无法避免，应提高设备的防护等级和抗腐蚀等级；
- 不应设置在有火灾危险区域的正上方或正下方；
- 设置在爆炸危险区域以外的区域；
- 码头岸电设施设计标高应考虑水位变化的影响，宜与港口内其它主要供配电设施设计标高一致，安装于直立式码头平台上和安装在趸船上的岸电设施可不考虑标高问题。

5.3.2 码头岸电高低压开关柜宜在室内布置，应符合国家标准 GB 50053、GB 50054 的规定。

5.3.3 码头岸电设施建设条件受到限制时，高低压开关柜、变压设备宜采用集装箱式，设计应符合 GB/T 17467 的规定。

5.3.4 低压电缆分支箱、低压配电箱宜在电缆路径合适位置户外布置。

5.3.5 接电装置、电缆管理装置外，其它电气设施不宜布置在码头江（湖）侧。

5.3.6 布置在码头江（湖）侧的接电装置、电缆管理装置应避开码头作业面，安装位置宜考虑主要停靠船舶类型，应与码头方协商确定。

5.3.7 货运码头江（湖）侧布置的设备，其顶部高度不宜超过码头护栏高度或与码头方协商确定。

5.3.8 码头江（湖）侧布置的设备任何部位不应超过码头的边缘。

5.3.9 岸电设施在直立式码头平台布置受限时，无需布置在码头江（湖）侧的设备，在保证安全前提下可在码头岸侧侧壁悬挂安装。

5.3.10 由变压器降压向泊位进行低压供电时，变压器宜尽量靠近泊位布置，当变压器供电对象为多个泊位时，变压器宜处于各泊位之间相对中心位置。

5.3.11 趸船泊位的岸电设施布置受限时，在条件允许的情况下优先考虑在岸上布置，当部分设备确需靠近船舶布置时宜新建供电浮趸，将需在江（湖）舷侧布置的岸船电气连接设备外的其它岸电设备布置在供电浮趸上。

5.3.12 码头岸电设施宜根据现场安装条件，安装安全防护栏或格栅等设施。

5.4 电气设备选择

5.4.1 一般规定

5.4.1.1 电气设备的最高工作电压不应低于所在电气系统的最高电压值，电压值应符合 GB/T 156 的规定，具体要求按表 2 选取。

表2 标称电压与设备最高工作电压

系统标称电压（V）	系统频率（Hz）	设备最高电压（V）
380	50	415
6000	50	7200
10000	50	12000

5.4.1.2 导体的长期允许电流不应小于该回路的持续工作电流。断路器、隔离开关、组合电器、负荷开关、接触器等装置额定电流的选择，应满足各种可能运行方式下回路持续工作电流的要求。不同回路的持续工作电流宜按表 3 所列原则计算。

表3 回路持续工作电流

回路名称	持续工作电流	说明
配电变压器高、低压侧	1.05 倍变压器额定电流	—
直接向岸电接电装置供电的回路	接电装置额定电流	—
岸电接电装置向船舶供电的回路	接电装置额定电流	—
电缆管理装置（三相电动机）	$2 P_{e \cdot d} (> 3 \text{ kW})$ 或 $2.5 P_{e \cdot d} (\leq 3 \text{ kW})$	$P_{e \cdot d}$ 为电动机额定功率
电缆管理装置（单相电动机）	$7.5 P_{e \cdot d}$	$P_{e \cdot d}$ 为电动机额定功率

5.4.1.3 选择电气设备时，应考虑当地环境条件。当气温、湿度、污秽、海拔等环境条件超出一般设备的基本使用条件时，应在设备订货时提出补充要求。

5.4.1.4 岸电电气设备正常使用环境条件应符合以下要求：设备周围空气温度不高于 40℃，海拔不超过 1000m。当周围空气温度或海拔超出上述规定时，应按 DL/T 5222 的规定进行参数校正。

5.4.1.5 岸电电气设备外壳应根据其运行环境选定符合 GB/T 4208 规定的防护等级，户内（包含趸船上干燥的舱室）安装的设备防护等级不应低于 IP42，岸上户外安装的设备防护等级不应低于 IP55，趸船露天甲板安装的设备防护等级不应低于 IP56。

5.4.1.6 岸电电气设备应配置防凝露自动驱潮装置。

5.4.1.7 码头岸电电气设备的选择应符合 DL/T 5222 的规定。

5.4.2 高低压开关柜

5.4.2.1 高低压开关柜宜选用金属封闭式。

5.4.2.2 高压开关柜室内安装时宜采用空气绝缘式，集装箱安装时可采用 SF₆ 或环保气体绝缘式。低压开关柜宜采用空气绝缘式。

5.4.2.3 高压开关柜应设计防止误拉、合断路器，防止带负荷分、合隔离开关（或隔离插头），防止带接地开关（或接地线）送电，防止带电合接地开关（或挂接地线），防止误入带电间隔等五项措施。

5.4.2.4 高压开关柜应具备遥测、遥信、遥控功能，被要求纳入公共配电网自动化系统统一管理时，应配置相应装置。

5.4.2.5 高压开关柜的选择应符合 GB/T 3906 的规定。

5.4.2.6 低压开关柜的选择应符合 GB/T 7251.1、GB/T 7251.12 的规定。

5.4.3 变压器

5.4.3.1 变压器宜选用节能型。

5.4.3.2 变压器电源引接点电压波动超过 95%~105%时，宜采用有载调压变压器。

5.4.3.3 直立式码头平台以及趸船上安装的变压器，宜选用干式变压器。不在直立式码头平台或趸船上安装的变压器，与周边建筑物消防间距满足相关要求时，宜选用油浸式变压器。

5.4.3.4 向岸电设施供电的变压器的容量应满足船舶用电和辅助负荷的供电需求，并且应考虑合适的负载率，从 GB 1094.1 规定的额定容量系列中选择。变压器容量的计算与选择可参考附录 B.1。

5.4.3.5 低压隔离变压器的容量应根据该泊位岸电设施选定的容量选取，负荷率宜为 80%左右。

5.4.3.6 变压器一次、二次绕组应采用独立分离绕组型，宜采用 D，yn11 接线组别。

5.4.4 接电装置

- 5.4.4.1 接电装置的容量应与该泊位岸电设施选定的容量相同。
- 5.4.4.2 宜采用固定式接电装置，接电装置与船电系统的接口宜采用快速接插件。
- 5.4.4.3 接电装置内部电路与接插件之间应有联锁，防止带电插拔接插件。
- 5.4.4.4 接插件受到较大外拉力时，插头与插座宜主动解锁分离并自动断开供电回路，以避免接插件和电缆损坏并保证供电安全。
- 5.4.4.5 接电装置箱体防护等级应符合 5.4.1.5 条的规定，高压接插件防护等级不应低于 IP65，低压接插件防护等级不应低于 IP55。
- 5.4.4.6 用电容量大于单个接插件的承载容量时，接电装置应增加接插件的数量，接插件规格、型号应完全相同，多个接插件通过电缆并联向船舶供电。

5.4.5 电缆管理装置

- 5.4.5.1 趸船式泊位随水位的变化水平位移较大时，宜设置卷车式电缆管理装置，用于岸基和趸船之间、趸船与趸船之间连接电缆的收放。
- 5.4.5.2 斜坡式丁靠泊位水位差较大时，宜设置卷车式电缆管理装置，用于岸、船连接电缆的收放。
- 5.4.5.3 直立式码头水位差较大时，宜设置电缆管理装置，用于岸、船连接电缆的提升和下放。由岸侧提供岸船连接电缆时，宜配置带有电缆卷筒的卷车式或起重机式电缆管理装置。由船舶提供岸船连接电缆时宜配置带钢索卷筒的起重机式电缆提升装置，用钢索将岸船连接电缆进行提升或下放。
- 5.4.5.4 江心靠船墩宜设置卷车式电缆管理装置，用于岸、船连接电缆的提升和下放，电缆管理装置应具有远程遥控功能。
- 5.4.5.5 电缆管理装置的卷筒电缆或钢索长度应满足泊位最高水位和最低水位时的收放要求，电缆管理装置运行到极限位置时，卷筒上应至少保留两圈电缆或钢索。
- 5.4.5.6 电缆管理装置的电缆卷车宜设置电缆张力检测和限位保护功能，具有报警和自动切断岸电电源的功能。
- 5.4.5.7 电缆卷筒的直径应满足所选卷筒电缆的最小转弯半径要求。电缆卷筒电刷的通流能力应不小于该回路的持续工作电流。
- 5.4.5.8 卷筒电缆选定的长度和规格应提交给电缆管理装置制造单位。采用起重机式电缆提升装置的泊位，应向电缆管理装置制造单位提交泊位水位差、岸船连接电缆的规格与长度等信息。

5.5 电缆及附件

- 5.5.1 码头岸电设施陆域电缆、附件及其敷设应符合 GB 50217 的有关规定。
- 5.5.2 码头岸电设施趸船上敷设的电缆及岸船连接电缆应采用船用电缆，电缆、附件及其敷设应符合《钢质内河船舶建造规范》的有关规定。
- 5.5.3 码头岸电设施各电压等级动力电缆的额定电压宜按表 4 选择。

表4 电缆额定电压选择

系统标称电压 (kV)	U_0 (kV)	U (kV)	U_m (kV)
1kV 及以下	0.6	1.0	1.2
6.0	6.0	10.0	12.0
10.0	8.7	15.0	17.5
注1: U_0 为电缆设计用的导体对地或金属屏蔽之间的额定工频电压; 注2: U 为电缆设计用的导体之间的额定工频电压; 注3: U_m 为电缆设计用的最高系统电压。			

- 5.5.4 电力电缆绝缘类型选择符合下列规定：
- 码头岸电设施陆域电缆宜选用交联聚乙烯绝缘类型，具有客运功能的码头应选用交联聚乙烯或其它无卤绝缘电缆；
 - 岸船连接电缆宜采用乙丙橡胶等柔性绝缘类型；
 - 趸船上敷设的电缆应选用交联聚乙烯或其它无卤绝缘电缆。
- 5.5.5 电力电缆护层类型选择符合下列规定：
- 码头岸电设施陆域电缆可选用聚氯乙烯外护层，具有客运功能的码头应选用聚乙烯或其它无卤外护层。直埋敷设、支架敷设的电缆应具有钢带铠装；
 - 可能被水浸泡的场所敷设的电缆宜选用聚乙烯外护层。高落差敷设的电缆以及江河、湖中敷设的电缆，应选用钢丝铠装，钢丝铠装型式应满足受力条件；
 - 岸船连接电缆宜采用氯丁橡胶等耐油、耐热、耐老化、防水的柔性外护层；
 - 趸船上敷设的电缆应选用聚烯烃或其它无卤外护层，宜采用金属编织铠装。
- 5.5.6 码头岸电设施陆域动力电缆宜采用铜导体；岸船连接电缆应采用铜导体，且线芯应为软结构；趸船上敷设的电缆应采用铜导体。
- 5.5.7 电力电缆导体截面选择符合下列规定：
- 宜按回路持续工作电流计算电缆导体允许最小截面，电缆导体经过敷设方式与使用条件校正后的持续允许载流量应大于回路持续工作电流；
 - 陆域电缆导体允许载流量应考虑环境条件和敷设方式的影响，应按 GB 50217 的有关规定计入校正系数；
 - 趸船敷设的电缆导体允许载流量应考虑不同环境温度、敷设方式的影响，应按《钢质内河船舶建造规范》的有关规定计入校正系数；
 - 高压电力电缆导体截面应满足短路热稳定要求，高压电缆热稳定校验计算可参考附录 B.2；
 - 低压电力电缆导体截面应进行全回路电压损失校验，从低压电源点至低压接电装置接插件的回路压降不应超过 5%，低压电缆电压损失校验计算可参考附录 B.3；
 - 导体截面应满足线路保护灵敏度的要求。
- 5.5.8 控制电缆的选择符合下列规定：
- 控制电缆应采用铜导体；
 - 控制电缆的额定电压不宜低于 450/750 V；
 - 控制电缆的绝缘类型和护层类型应符合 5.5.4 条和 5.5.5 条的有关规定；
 - 强电控制回路的控制电缆的芯线截面不宜小于 1.5 mm²，弱电控制回路的控制电缆的芯线截面不宜小于 0.5 mm²；
 - 强电回路控制电缆宜采用屏蔽电缆；弱电信号、控制回路控制电缆应采用屏蔽电缆；微机型保护、测控装置的二次回路电缆应采用屏蔽电缆。
- 5.5.9 码头岸电设施陆域电缆宜选用阻燃型，具有客运功能的码头应选用阻燃型。趸船上敷设的电缆

最低应选用成束滞燃型。

5.5.10 两处设备之间有控制或通信要求时，连接两处的动力电缆宜采用含有控制芯线或者光纤芯的复合电缆。

5.5.11 客运码头或污秽较重的货运码头岸电设施的电缆终端宜有硅橡胶套管或复合式套管。

5.5.12 水下敷设的电缆宜采用无接头的整根电缆，条件不允许时宜采用工厂接头。可能有水浸泡场所的电缆接头应具有外包防水层。

5.6 防雷与接地

5.6.1 雷电过电压保护

5.6.1.1 安装码头岸电设施的建筑物应采取防直击雷和防雷电波侵入的措施，宜利用屋顶钢筋网或金属屋面作为接闪器。非导电结构的屋顶，应采用接闪带保护，接闪带的设置应符合 GB/T 50057 的相关规定。

5.6.1.2 户外露天布置（含趸船露天甲板布置）的金属外壳箱（柜）式设备可不设置直击雷保护。

5.6.1.3 码头岸电系统内 6kV、10kV 变压器高压侧应按 GB/T 50064 的规定靠近变压器装设金属氧化物避雷器，该金属氧化物避雷器接地线应与变压器金属外壳电气连接后接地。正常使用环境条件下，金属氧化物避雷器标称放电电流宜为 5kA，持续运行电压、额定电压、雷电冲击电流残压可按表 5 选择。

表5 金属氧化物避雷器电压

系统标称电压 (kV)	系统接地方式	避雷器持续运行电压 (kV)	避雷器额定电压 (kV)	避雷器雷电冲击电流残压 (kV)
6	不接地	8	10	≤40
	高电阻接地	8	10	≤40
10	不接地	13.5	17	≤50
	高电阻接地	12	15	≤50

5.6.1.4 码头岸电系统低压配电部分应装设电涌保护器，电涌保护器宜选用限压型。靠近低压电源点的一级配电柜宜装设符合 GB 18802.11 规定的 I 类试验要求的电涌保护器，接电装置处宜装设符合 GB 18802.11 规定的 III 类试验要求的电涌保护器，中间配电设施宜装设符合 GB 18802.11 规定的 II 类试验要求的电涌保护器。

5.6.2 接地

5.6.2.1 高压岸电系统宜采用中性点经电阻接地方式。客船泊位以 6kV 或 10kV 向船舶供电的码头岸电系统中性点宜参考 JTS 155 的相关规定，通过 200 Ω 电阻接地。

5.6.2.2 低压岸电系统宜采用 IT 方式。

5.6.2.3 陆域安装的电气设备的外露可导电部分应可靠接地，趸船上安装的电气设备的外露可导电部分应可靠连接至船体。

5.6.2.4 不在码头平台上安装的户外箱式变压器、环网柜、柱上变压器以及低压电气装置等电气设备，宜围绕设备敷设闭合环形的接地装置，接地电阻应符合 GB/T 50065 的相关规定。

5.6.2.5 码头平台上安装或建筑物内安装的电气设备，宜利用码头平台或建筑物的结构钢筋作为接地极。

5.6.2.6 岸电系统向船电系统供电时应建立等电位连接，连接导体宜采用岸船连接电缆的一根芯线，芯线截面积应符合下列规定：电缆相线导体截面积不大于 16mm^2 时，电缆等电位连接导体截面积与相线相同；电缆相线导体截面积大于 16mm^2 时，电缆等电位连接导体截面积不应小于相线截面积的 0.5 倍。

5.6.2.7 电缆的金属铠装层和屏蔽层应两端接地，敷设电缆的金属保护管应两端接地。

5.6.2.8 金属电缆槽盒相邻两段之间应可靠连通，起始端和终点端应接地，电缆槽盒全长大于 30m 时，应每隔 20m～30m 增加一个接地点。

5.7 电能质量

5.7.1 码头岸电设施向船舶供电的稳态三相输出电压允许偏差应为 $\pm 5\%$ ，供电电压偏差考核点为岸电系统与船电系统的接驳处。

5.7.2 码头岸电设施向船舶供电的稳态频率波动允许偏差为 $\pm 5\%$ 。

5.7.3 码头岸电设施向船舶供电的电压畸变允许限值应符合 GB/T 14549 的有关规定。

5.7.4 接电装置应具备供电电压和频率的监测、异常报警和保护功能。

6 保护、计量与通信

6.1 保护

6.1.1 岸电设备之间的安全联锁措施符合下列规定：

- 接插件应与岸电设施向船舶供电的开关联锁。接插件未连接到位时应断开开关设备的合闸控制回路以防止合闸；正在向船舶供电时，如接插件人为或意外脱开，应在主供电触头脱离前自动将开关分闸；
- 电缆管理装置应与岸电设施向船舶供电的开关联锁，当岸电设施正在向船舶供电时，应自动切断电缆管理装置驱动电源或控制回路。

6.1.2 10kV、6kV 变压器保护符合下列规定：

- 单台容量为 2 MVA 及以上的变压器，当电流速断保护灵敏度不符合要求时，宜采用纵联差动保护作为主保护，宜配置延时过电流保护作为后备保护；
- 单台容量小于 2 MVA 的变压器，宜采用限时电流速断保护作为主保护，宜配置延时过电流保护作为后备保护；
- 单台容量为 400 kVA 及以上的变压器，且低压侧中性点经小电阻接地或直接接地时，宜在低压侧中性点回路配置零序过电流保护；
- 油浸式变压器应配置油温、绕组温度、油箱压力和瓦斯气体等非电量保护，每种非电量保护设置两档，低值动作于信号，高值动作于跳闸；
- 干式变压器应配置绕组温度保护，设置两档，低值动作于信号，高值动作于跳闸。

6.1.3 10kV、6kV 线路保护符合下列规定：

- 馈线宜装设两段电流保护，第一段为电流速断保护，第二段为延时过电流保护。
- 电源进线宜装设带时限的电流速断保护和延时过电流保护。

6.1.4 低压保护应符合下列规定：

- 变压器低压受总开关应随断路器配置电子脱扣器，设置瞬时、短延时和长延时三段式过流保护；
- 低压馈出回路及低压配电箱的断路器宜配置电子脱扣器，设置瞬时、短延时和长延时三段式过流保护。

6.1.5 大电阻接地方式向船舶供电的高压系统、IT 方式向船舶供电的低压系统，宜配置反应单相接地

的保护，单相接地保护动作时应发出告警信号并宜切断向船舶供电。

6.2 计量计费

6.2.1 向船舶供电的电能计量点应设置在码头岸电设施的输出侧，应分船设置，电能计量装置应符合 DL/T 2143.2 的有关规定。

6.2.2 码头岸电设施电源输入侧的计量点应设置在电源进线处。电源引自公共配电网时，电能计量装置应符合当地供电部门的相关规定；电源引自港口内部供电系统时，电能计量装置应符合港口企业的相关规定。

6.2.3 向船舶提供公共供电服务的码头岸电设施宜配置云支付或 IC 卡等便于船舶用电后结算的支付措施。

6.3 监控与通信

6.3.1 高压供电的码头岸电设施宜配置计算机监控系统，低压供电的码头岸电设施可配置计算机监控系统。

6.3.2 岸电监控系统内部通信网络宜采用工业以太网、现场总线、无线局域网或公共无线通信中的一种或几种。当采用有线通信时，通信介质宜内嵌于电力电缆内。

6.3.3 岸电监控系统功能宜按表 6 确定。

表6 监控系统功能表

设备	控制	监测内容	监测报警或显示功能
高压开关柜	分闸、合闸	开关状态、电流、电压、功率因素、频率、有功功率、无功功率、有功电度、无功电度	过流、过压、欠压、速断、零序过电压
低压断路器	分闸、合闸	开关状态、电流、电压、功率因素、频率、有功功率、无功功率、有功电度、无功电度	过流、过压、速断
干式变压器	—	温度	高温报警、超温跳闸、冷却状态、柜门打开
油浸变压器	—	油温、绕组温度、油箱压力、瓦斯	油温高报警、油温超高跳闸、绕组温度高报警、绕组温度超高跳闸、油压高报警、油压超高跳闸、轻瓦斯报警、重瓦斯跳闸
接电装置	—	电缆连接状态、绝缘状态	电缆连接就绪、紧急断开、接地报警、箱门打开、绝缘监测报警
电缆管理装置	—	收、放电缆信号	过载、超力矩

6.3.4 岸电监控系统宜根据现阶段需求和发展趋势配置或预留对外数据通信接口。

6.3.5 岸电监控系统对外数据通信和内部通信网络应采取符合国家有关规定的网络安全防护措施。

6.3.6 视频监控系统的配置应根据岸电系统规模、重要等级以及港口码头安全管理要求确定。高压供电的码头岸电设施宜配置视频监控系统，低压供电的码头岸电设施可配置视频监控系统，重点对接电装置和其它主要设备进行监视。

7 土建

7.1 基本规定

7.1.1.1 码头岸电设施基础设计应符合 GB 50007 的有关规定。

7.1.1.2 码头岸电设施建（构）筑物设计应根据周围环境水、土壤对其可能腐蚀的情况采取适宜有效的防护措施。

7.1.1.3 码头岸电设施建（构）筑物设计应满足耐火要求，采取消防、通风等安全措施。

7.2 设备支持与固定

7.2.1 直立式码头平台以及趸船上安装的变压器、电缆管理装置等岸电设施需采用螺栓、焊接等方式进行固定；螺栓需进行电镀锌、热镀锌等防腐处理，焊接材料的强度等级应与主体钢材级别相适应，当不同强度等级的钢材连接时，宜按强度低的钢材选择焊接材料。

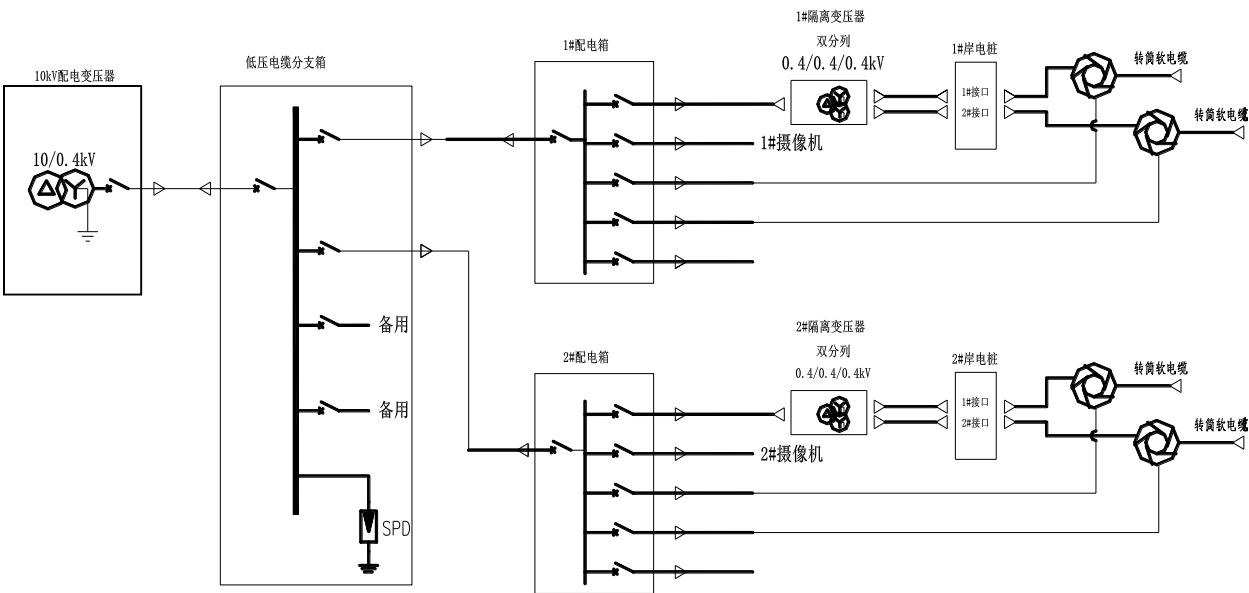
7.2.2 直立码头侧壁壁挂式设备可采用化学螺栓进行固定，应对化学螺栓抗拔承载力进行验算。直立码头侧壁壁挂式设备安装基础设计可参考附录 C.1。

7.2.3 柱上安装的岸电设施宜设置爬梯及简易护栏。设备柱上安装的设计可参考附录 C.2。

附录 A
(资料性)
典型案例电气接线示意图

A.1 直立式货运泊位

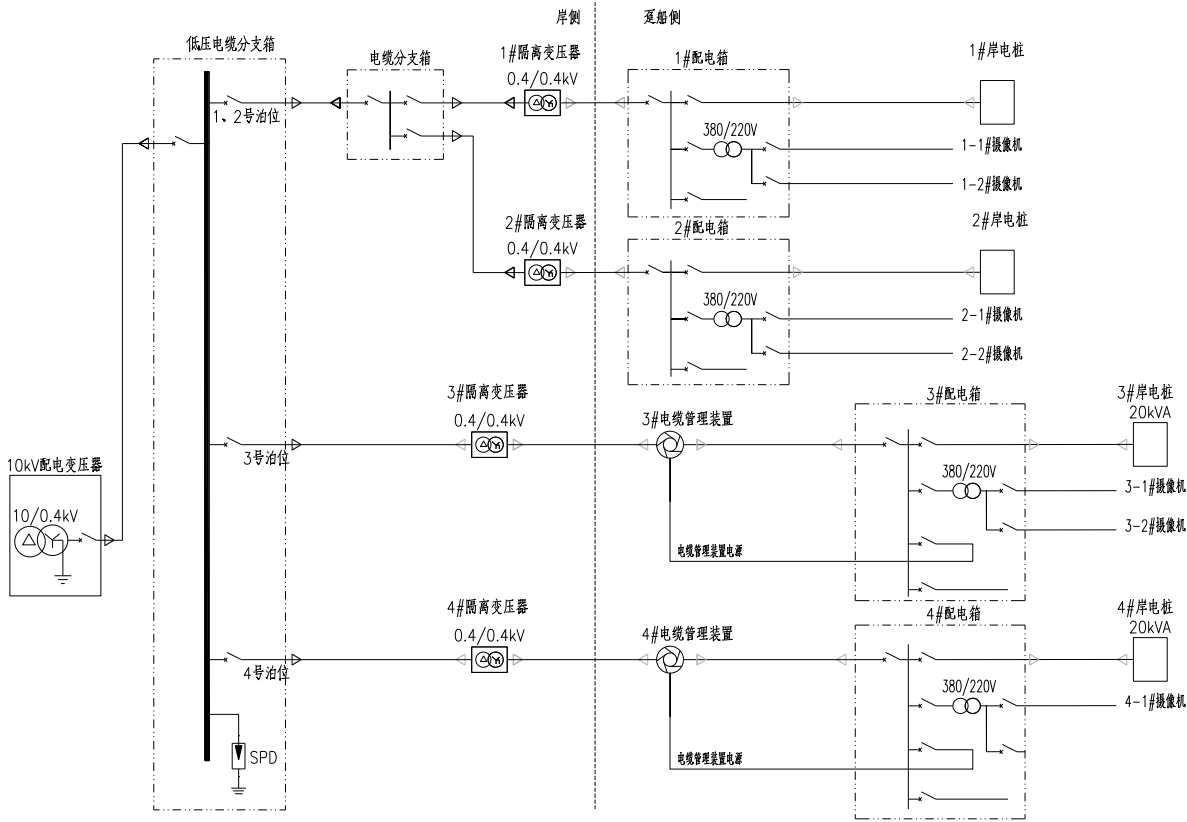
某直立式货运码头本期2个泊位，终期4泊位，每个泊位都有多艘船舶并排停靠需求，该岸电系统电气接线如图A.1所示。岸电系统采用放射式接线方式，配电变压器容量、低压电缆分支箱馈线开关路数按终期规模配置。每个泊位配置2个供电回路，采用双分列隔离变压器和双接口接电装置，以及2台卷车式电缆管理装置。



图A.1 某直立式货运码头岸电系统电气接线示意图

A.2 斜坡式趸船货运泊位

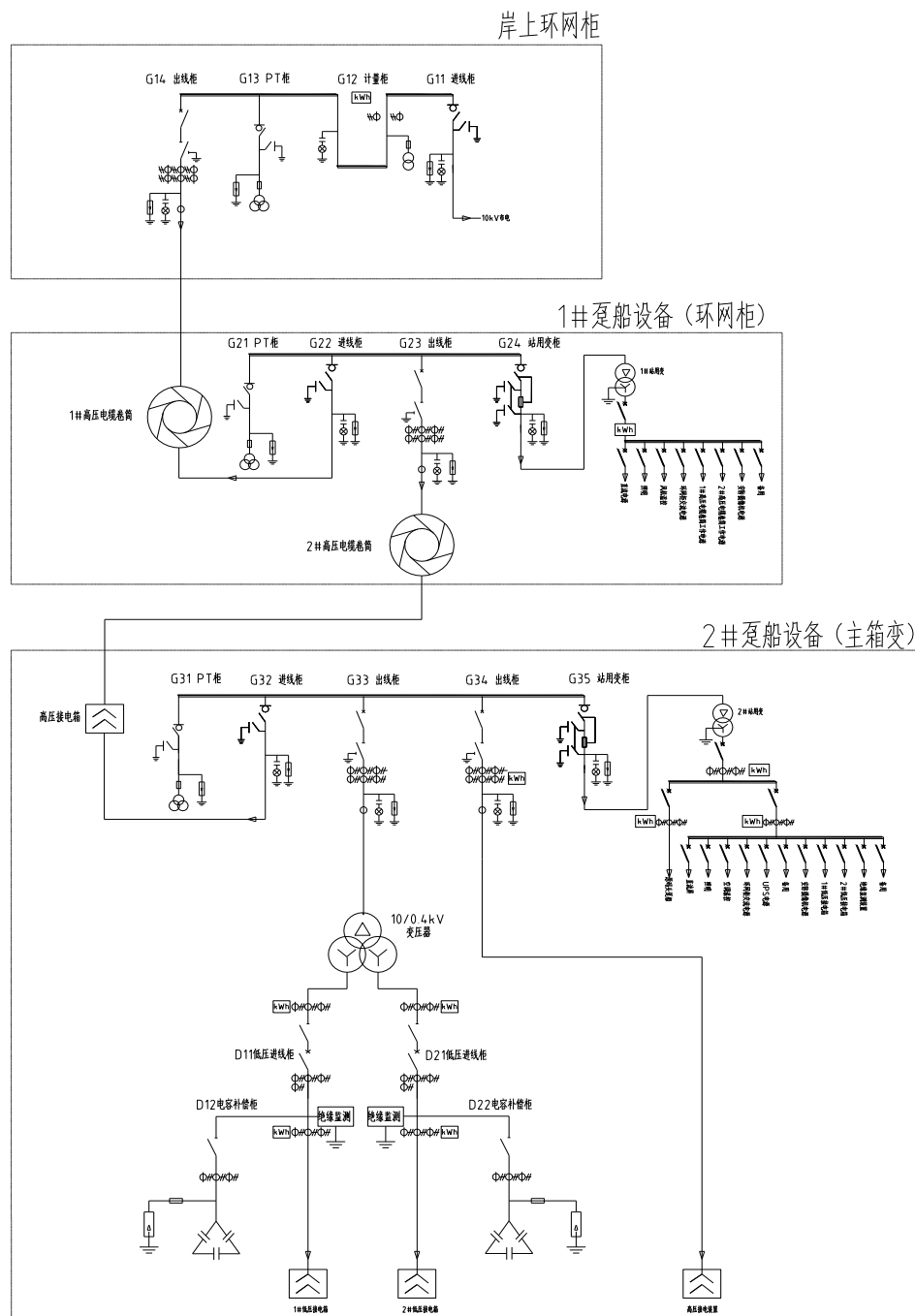
某斜坡式趸船货运码头共计4个趸船泊位，其中1、2号泊位趸船无水平位移，3、4号泊位趸船有水平位移，该岸电系统电气接线如图A.2所示。1、2号泊位距离较远，采用树干式接线方式，1、2号泊位位于变压器附近，采用放射式接线方式。每个泊位的供电回路采用隔离变压器与其它泊位电气隔离，配置单接口接电装置。对于有水平位移的3、4号趸船泊位，在趸船上配置卷车式电缆管理装置，用于岸基和趸船之间连接电缆的收放。



图A.2 某斜坡式趸船货运码头岸电系统电气接线示意图

A.3 斜坡式趸船游船泊位

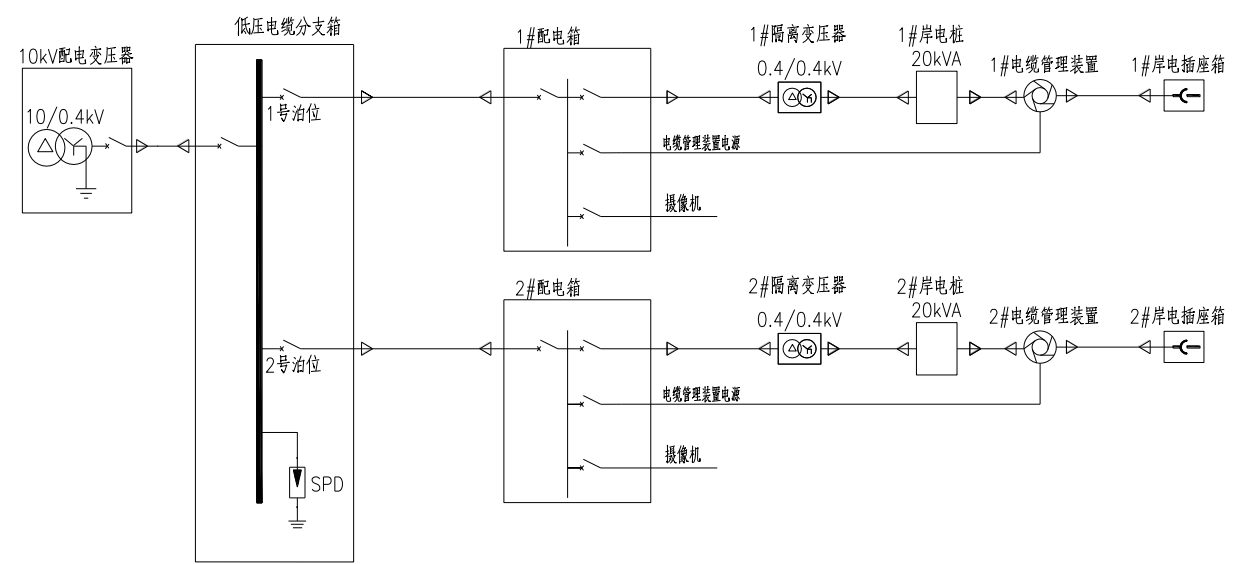
某斜坡式趸船游船码头设置1个趸船泊位，泊位趸船有较大水平位移，泊位有多艘游船并排停靠的需求，岸电设施除了需提供400 V供电服务外，还需为纯电动船舶提供10 kV电源用于船舶电池充电，该码头岸电系统电气接线如图A.3所示。游船停泊时用电功率相对较大，为减少损耗，在靠近泊位趸船处设置供电趸船，箱式变安装在供电趸船上。由于该码头水位差较大，在供电趸船上装设2个卷车式电缆管理装置，1 #电缆管理装置用于岸上连接电缆的收放，2 #电缆管理装置用于主趸船连接电缆的收放。变压器低压侧设置分裂绕组，每个绕组分别向2个接电装置供电。纯电动船舶10 kV岸电受电处配置有隔离变压器，因此岸电系统可直接提供一路10 kV电源。



图A.3 某斜坡式趸船游船码头岸电系统电气接线示意图

A. 4 斜坡式丁靠泊位

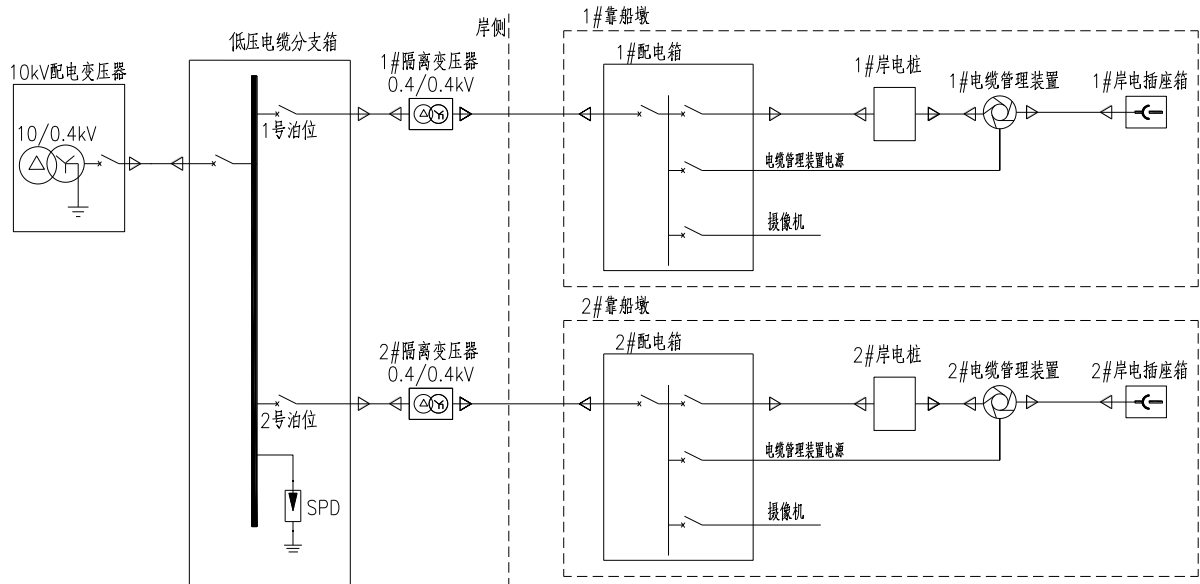
某斜坡式码头设置2个丁靠泊位，该码头岸电系统电气接线如图A. 4所示。每个泊位的供电回路采用隔离变压器与其它泊位电气隔离，配置单接口接电装置。由于该码头水位变化较大，为便于船舶接电，设置可移动的岸电插座箱，岸电插座箱通过电缆连接至接电装置，设置卷车式电缆管理装置用于连接电缆的收放。



图A. 4 某斜坡式丁靠码头岸电系统电气接线示意图

A.5 江心靠船墩泊位

某港区2个相邻的江心靠船墩岸电系统电气接线如图A.5所示。每个泊位的供电回路采用隔离变压器与其它泊位电气隔离，配置单接口接电装置。为便于船舶接电，设置可移动的岸电插座箱，岸电插座箱通过电缆连接至接电装置，设置具有远程遥控功能的卷车式电缆管理装置用于连接电缆的收放，靠船墩侧壁设置滑动导轨以便于岸电插座箱的上下移动。



图A.5 某江心靠船墩码头岸电系统电气接线示意图

附 录 B
(资料性)
典型案例电气参数计算

B.1 变压器容量计算示例

B.1.1 变压器容量计算式

变压器容量可按式(B.1)计算:

$$S \geq (k \sum S_{An} + P_f / \cos \phi) / k_1 \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

- S ——变压器容量, kVA;
 - k——同时系数;
 - S_{An}——第n个接电装置容量, kVA;
 - P_f——连接在变压器二次侧的其它辅助负荷, 如各设备的指示控制回路, 监控装置、摄像装置等, kW;
 - cos φ——其它辅助负荷的功率因数;
 - k₁——变压器负载率。
- 参数k、k₁的选取应考虑泊位数量、业务繁忙程度等因素, 工程设计中可参考表 B.1 选取:

表B.1 变压器容量计算系数参考表

泊位数量	1	2	3	4	5	6
<i>k</i>	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7
<i>k₁</i>	1.0	0.9	0.85	0.85	0.8	0.8

B.1.2 工程计算示例

某港口低压工频岸电系统向4个泊位提供0.4 kV、50 Hz岸电电源, 每个泊位岸电容量均为80 kVA, 四个泊位的岸电电源由一台10/0.4 kV配电变压器供电。岸电系统的辅助负荷如接电装置的指示、控制回路, 摄像装置以及电缆管理装置均从此变压器低压侧供电, 每个泊位辅助负荷为2 kW, 功率因素按0.8计算。

根据式(B.1)、表B.1和上述负荷状况, 该配电变压器容量按式(B.2)计算:

$$S \geq \frac{(0.8 \times 4 \times 80 + 4 \times 2 \div 0.8)}{0.85} = 313(kVA) \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

- S——变压器容量, kVA;
- 根据GB 1094.1规定的额定容量系列, 该变压器额定容量宜选为315 kVA。

B.2 高压电缆热稳定校验计算示例

B.2.1 电缆导体热稳定允许截面计算式

电缆导体热稳定允许截面可按式(B.3)、(B.4)计算：

$$S_{\min} \geq \frac{\sqrt{Q_t}}{C} \dots\dots\dots (B.3)$$

$$Q_t = I^2 t \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

$S_{\min}$ ——电缆满足热稳定要求的最小截面， mm^2 ；

Q_t ——短路电流热效应， $\text{A}^2 \cdot \text{s}$ ；

C ——电缆的热稳定系数；

I ——短路电流， A ；

t ——短路电流持续时间， s 。

对于接入电网的电缆， I 为该处最大短路电流， t 为后备保护动作时间加上断路器开断时间（包含断路器固有分闸时间和燃弧持续时间）。

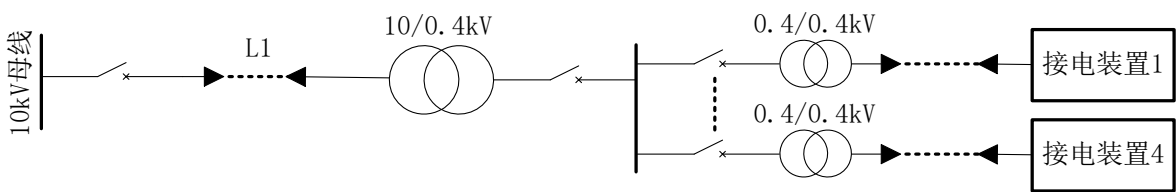
港口岸电工程常用电缆热稳定系数 C 的取值可参考表B.2：

表B.2 港口岸电工程常用电缆类型（铜芯）热稳定系数 C 值

电缆类型	导体长期允许工作温度 ($^{\circ}\text{C}$)	短路时导体允许最高温度 ($^{\circ}\text{C}$)	C 值
聚氯乙烯绝缘电缆	70	160	115
交联聚乙烯绝缘电缆	90	250	137
乙丙橡胶绝缘电缆	90	250	137
交联聚烯烃绝缘电缆	90	250	137

B.2.2 工程计算示例

某港口岸电系统，通过1台315 kVA 10/0.4 kV变压器向4泊位提供80 kVA、0.4 kV、50 Hz岸电电源，如图B.1所示：



图B.1 某港口岸电系统接线示意图

按照本导则5.5条的规定选定10 kV电缆 $L1$ 的额定电压、绝缘类型、护层类型，按载流量要求计算电缆导体最小截面， $L1$ 电缆规格为：ZR-YJV22-8.7/15 kV-3 $\times$ 25 mm^2 。

10 kV系统最大短路电流为10 kA，10 kV断路器后备保护动作时间加上断路器开断时间为0.65 s，根据式(B.3)、(B.4)以及表B.2，电缆 $L1$ 满足热稳定要求的最小截面按式(B.5)计算：

$$S_{\min} \geq \frac{\sqrt{10000^2 \times 0.65}}{137} = 58.85 \text{ (mm}^2\text{)} \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：

$S_{\min}$ ——电缆满足热稳定要求的最小截面积, mm^2 ;

经过热稳定校验, L1电缆按载流量选取的截面ZR-YJV22-8.7/15 kV-3×25 mm^2 不满足热稳定要求, 应选为ZR-YJV22-8.7/15 kV-3×70 mm^2 规格。

B.3 低压电缆电压损失校验计算示例

B.3.1 电缆压降计算式

电缆压降可按式 (B.6) 计算:

$$\Delta U\% = \frac{\sqrt{3}I_g(R\cos\phi + X\sin\phi)}{U_n} \times 100 \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

$\Delta U\%$ ——电缆线路压降百分比;

I_g ——计算工作电流, A;

R ——线路总直流电阻, Ω ;

X ——线路总电抗, Ω ;

$\cos\phi$ ——功率因素;

U_n ——额定电压, V。

低压电缆线路阻抗的电阻和电抗分量均不宜忽略, 可按式 (B.7)、(B.8) 计算:

$$R_L = L \cdot r \quad \dots\dots\dots (B.7)$$

$$X_L = L \cdot x \quad \dots\dots\dots (B.8)$$

式中:

R_L ——电缆直流电阻, Ω ;

X_L ——电缆电抗, Ω ;

L ——电缆长度, km;

r ——电缆单位长度直流电阻, Ω/km ;

x ——电缆单位长度电抗, Ω/km 。

当线路中有隔离变压器时, 隔离变压器的阻抗应计入, 可按式 (B.9)、(B.10)、(B.11) 计算:

$$Z_T = \frac{u_k}{100\%} \frac{U_n^2}{S_n} \times 1000 \quad \dots\dots\dots (B.9)$$

$$R_T = \frac{P_{kT} U_n^2}{S_n^2} \times 1000 \quad \dots\dots\dots (B.10)$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} \quad \dots\dots\dots (B.11)$$

式中:

Z_T ——隔离变压器等效阻抗, Ω ;

R_T ——隔离变压器等效电阻, Ω ;

X_T ——隔离变压器等效电抗, Ω ;

u_k ——额定阻抗电压百分数;

U_n ——隔离变压器额定电压, kV;

S_n ——隔离变压器额定容量, kVA;

P_{kT} ——隔离变压器负载损耗, kW。

当电缆线路分为若干段时, 应从电源点开始直至接电装置按每一段的计算工作电流、线路阻抗分别计算各段的压降百分比, 各段压降百分比之和为该接电装置处的压降百分比。

B.3.2 工程计算示例

某港口低压工频岸电系统向4个泊位提供400 V、50 Hz岸电电源，每个泊位岸电容量均为80 kVA，电气接线如图B. 2所示。

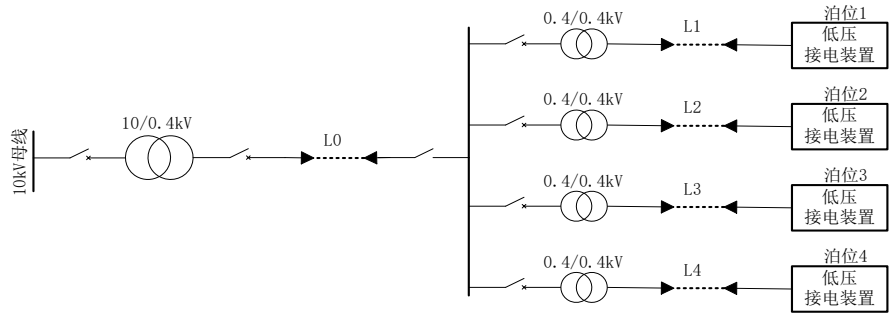


图 B. 2 某港口低压工频供电岸电系统接线示意图

其中隔离变压器额定容量为100 kVA, 额定阻抗电压百分数为4 %, 负载损耗为1.12 kW。按式B. 9、B. 10、B. 11计算隔离变压器等效阻抗为0.064 Ω , 等效电阻为0.018 Ω , 等效电抗为0.061 Ω 。

负荷功率因素按0.8考虑，各段低压电缆长度、按载流量选择的截面及按式(B. 6)计算的压降百分比如表B. 3:

表B. 3 泊位接电装置压降（校正前）

线路名称	电缆长度 (m)	电缆规格	电缆单位电 阻 (Ω /km)	电缆单位电 抗 (Ω /km)	隔离变电阻 (Ω)	隔离变电抗 (Ω)	计算工作电 流 (A)	压降百分比 (%)
L0	100	YJV22-0.6/1kV- 3x300+1x150	0.062	0.069	/	/	383.95	1.51
L1	80	YJV22-0.6/1kV- 3x50	0.371	0.082	0.018	0.061	115.47	3.93
L2	40	YJV22-0.6/1kV- 3x50	0.371	0.082	0.018	0.061	115.47	3.24
L3	40	YJV22-0.6/1kV- 3x50	0.371	0.082	0.018	0.061	115.47	3.24
L4	80	YJV22-0.6/1kV- 3x50	0.371	0.082	0.018	0.061	115.47	3.93

由表B. 3，泊位1和泊位4接电装置压降百分比为5.44 %，不满足小于5 %的电压损失要求；泊位2和泊位3接电装置压降百分比为4.75 %，满足小于5 %的电压损失要求。

将L1、L4电缆截面增加，采用YJV22-3x95规格，则所有泊位接电装置压降均能满足要求，如表B. 4:

表B. 4 泊位接电装置压降（校正后）

线路名称	电缆长度 (m)	电缆规格	电缆单位电 阻 (Ω /km)	电缆单位电 抗 (Ω /km)	隔离变电阻 (Ω)	隔离变电抗 (Ω)	计算工作电 流 (A)	压降百分比 (%)
L0	100	YJV22-0.6/1kV- 3x300+1x150	0.062	0.069	—	—	383.95	1.51
L1	80	YJV22-0.6/1kV- 3x95	0.195	0.081	0.018	0.061	115.47	3.37
L2	40	YJV22-0.6/1kV- 3x50	0.371	0.082	0.018	0.061	115.47	3.24
L3	40	YJV22-0.6/1kV- 3x50	0.371	0.082	0.018	0.061	115.47	3.24
L4	80	YJV22-0.6/1kV- 3x95	0.195	0.081	0.018	0.061	115.47	3.37

附 录 C
(资料性)
设备安装结构示意图

C.1 直立码头侧壁壁挂式设备安装基础示意图

岸电设施在直立式码头平台布置受限时，无需布置在码头江（海）侧的设备，可在码头岸侧侧壁悬挂安装，如图C.1所示，其顶部高度不宜超过码头护栏高度或与码头方协商确定。采用钢结构支架及化学螺栓与码头侧壁进行可靠连接。支架尺寸应与岸电设备匹配，根据岸电设施对支架和化学螺栓承载力进行验算。

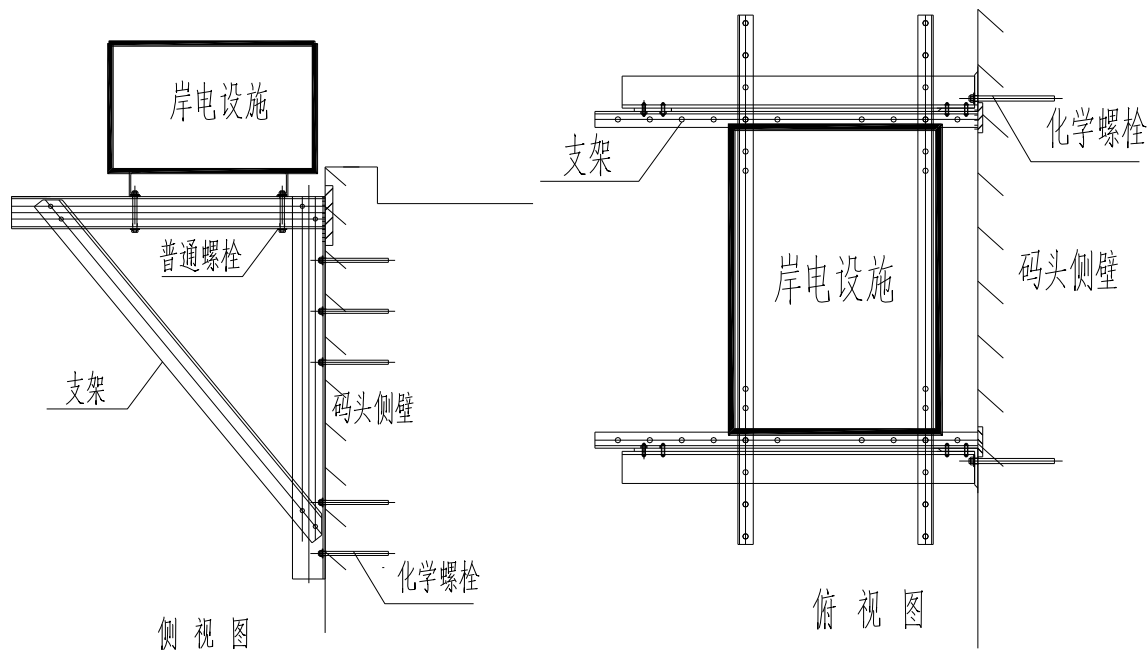


图 C.1 直立码头侧壁壁挂式设备安装基础示意图

C.2 设备柱上安装结构示意图

岸电设施在直立式码头平台布置受限时，可采用柱上安装方式对其进行固定，如图C.2所示。支撑结构可采用环形水泥杆，其基础型式及埋深应根据现场地质条件及上部岸电设施荷载进行验算。

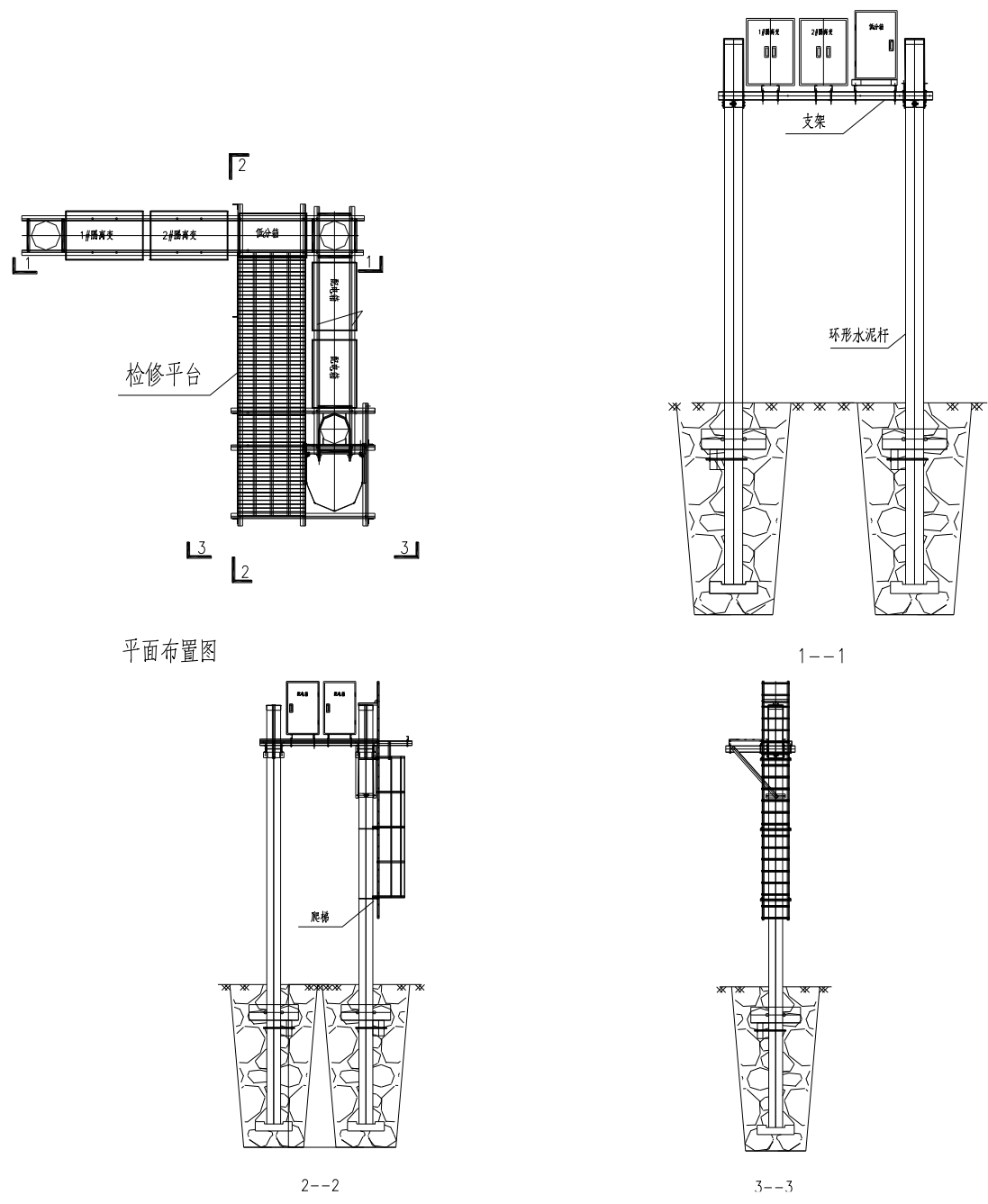


图 C.2 设备柱上安装结构示意图

参 考 文 献

- [1] 《中国船级社 钢质内河船舶建造规范》2016
 - [2] 《中国船级社 钢质内河船舶建造规范》2019修改通报
 - [3] 《中国船级社 钢质内河船舶建造规范》2021修改通报
-