

GUOJI AJIANZHUBI A0ZHUNSHENJI 15D500

国家建筑标准设计图集 15D500

防雷与接地设计施工要点

中国建筑标准设计研究院

《防雷与接地设计施工要点》编审名单

编制组负责人：李道本 孙 兰

编制组成员：周卫新 徐玲献 汪 浩 万 力 姚 强 杨 武 杨桃锋

审 查 组 长：丁 杰

审 查 组 成 员：林维勇 刘屏周 贺湘琨 陈众励 王素英 熊 江

项 目 负 责 人：孙 兰

项目技术负责人：徐玲献

国标图热线电话：010-68799100 发 行 电 话：010-68318822

查阅标准图集相关信息请登录国家建筑标准设计网站 <http://www.chinabuilding.com.cn>

防雷与接地设计施工要点

主编单位负责人 孙兰 孙兰
主编单位技术负责人 孙兰 孙兰
技术审定人 丁东 徐玲献
设计负责人 孙兰 汪浩

批准部门 中华人民共和国住房和城乡建设部 批准文号 建质函[2015]185号
主编单位 住房和城乡建设部建筑电气标准化委员会 统一编号 GJBT-1351
实行日期 二〇一五年八月一日 图 集 号 15D500

目 录

目录 ····· 1

编制说明 ····· 2

术语

防雷术语 ····· 3

接地术语 ····· 5

等电位术语 ····· 10

设计要点

基本要求 ····· 12

防雷设计 ····· 12

接地设计 ····· 23

等电位设计 ····· 39

施工要点

基本要求 ····· 33

接地施工 ····· 33

防雷施工 ····· 34

等电位施工 ····· 35

典型示例

防雷与接地示例 ····· 38

接地系统示例 ····· 40

试验方案及数据

单相接地故障电流测试方案 ····· 41

电缆穿钢管接地故障电流测试方案 ····· 42

方案一接地故障电流计算数据 ····· 44

方案一接地故障电流试验数据 ····· 45

方案二接地故障电流试验数据 ····· 47

方案三接地故障电流试验数据 ····· 48

方案四接地故障电流试验数据 ····· 49

目 录								图集号	15D500
审核	孙 兰	孙兰	校对	徐玲献	徐玲献	设计	汪 浩	汪浩	页 1

编制说明

1 编制依据

1.1 住房和城乡建设部建质函[2012]131号文“关于印发《2012年国家建筑标准设计编制工作计划》的通知”。

1.2 国家现行相关标准：

《建筑物防雷设计规范》	GB 50057-2010
《交流电气装置的接地设计规范》	GB/T 50065-2011
《建筑电气工程质量验收规范》	GB 50303-2015
《建筑物电子信息系统防雷技术规范》	GB 50343-2012
《农村民居雷电防护工程技术规范》	GB 50952-2013
《古建筑防雷工程技术规范》	GB 51017-2014
《民用建筑电气设计规范》	JGJ 16-2008

当依据的标准规范进行修订或有新的标准规范出版实施时，本图集与现行工程建设标准不符的内容、限制或淘汰的技术或产品，视为无效。工程技术人员在参考使用时，应注意加以区分，并应对本图集相关内容进行复核后选用。

2 编制目的

将防雷、接地、等电位的相关术语、设计要点、施工要点集中绘制。

3 编制方式

3.1 防雷与接地的设计要点编写顺序是：接闪器、引下线、接地装置等，

从建筑物的顶部往下进行描述；防雷与接地的施工要点编写顺序按施工进度是：接地装置、引下线、接闪器等，从建筑物基础往上进行描述。等电位连接/联结作为防雷与接地的重要环节，单独进行描述。

3.2 设计要点和施工要点中需细化部分引见至15D501~14D504相关页次，古建筑的特殊防雷要求见15D505。


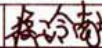
3.3 根据现行国家标准和IEC标准，将防雷、接地、等电位等有关术语进行汇总和整理，当现行标准中术语不统一时，加注说明。

4 适用范围

本图集适用于新建、扩建和改建的一般工业与民用建筑物防雷、接地、等电位连接/联结的设计和施工。

5 主要内容

- 5.1 术语（包括防雷、接地、等电位等相关的术语）
- 5.2 设计要点（包括防雷、接地、等电位连接/联结的设计要点）
- 5.3 施工要点（包括防雷、接地、等电位连接/联结的施工要点）
- 5.4 典型示例（包括强电和弱电/智能化系统的防雷、接地、等电位连接/联结示例）
- 5.5 试验及计算数据

编制说明								图集号	15D500
审核	孙 兰		校对	徐玲献		设计	汪 浩	汪 浩	页 2

术语

1 防雷术语

1.1 防雷装置 lightning protection system (LPS)

用于减少闪击击于建(构)筑物上或建(构)筑物附近造成的物质性损害和人身伤亡,由外部防雷装置和内部防雷装置组成(摘自GB 50057-2010 第2.0.5条)。

1.2 外部防雷装置 external lightning protection system

由接闪器、引下线和接地装置组成(摘自GB 50057-2010 第2.0.6条)。

1.3 内部防雷装置 internal lightning protection system

由防雷等电位连接和与外部防雷装置的间隔距离组成(摘自GB 50057-2010 第2.0.7条)。

1.4 接闪器 air-termination system

由拦截闪击的接闪杆、接闪带、接闪线、接闪网以及金属屋面、金属构件等组成(摘自GB 50057-2010 第2.0.8条)。

1.5 引下线 down-conductor system

用于将雷电流从接闪器传导至接地装置的导体(摘自GB 50057-2010 第2.0.9条)。

1.6-1 接地装置 earth-termination system

接地体和接地线的总合,用于传导雷电流并将其流散入大地(摘自GB 50057-2010 第2.0.10条)。

1.6-2 接地装置 earth connection

接地导体(线)和接地极的总和(摘自GB/T 50065-2011 第2.0.9条)。

提示:1. 1.6-1和1.6-2英文不同,中文术语相同,术语定义写法不同。

2. 1.6-1为防雷系统的接地装置,术语里的接地体(见本图集第6页2.4)包括了接地极;1.6-2为电气系统的接地装置。1.6-2里的接地导体(线)涵盖了1.6-1里的接地线。

3. 当防雷系统和电气系统的接地装置共用时,接地装置术语可引用1.6-2。

1.7 雷电保护接地 lightning protective earthing

为雷电保护装置(避雷针、避雷线和避雷器等)向大地泄放雷电流而设的接地。(摘自GB/T 50065-2011 第2.0.4条)

提示:1. 本术语和1.6-1英文不同,中文定义也不同,意思相同:向大地泄放雷电流的通道。

2. GB 50057-2010将避雷针改为接闪杆,避雷线改为接闪线。

1.8-1 接地线 earthing conductor

从引下线断接卡或换线处至接地体的连接导体;或从接地端子、等电位连接带至接地体的连接导体(摘自GB 50057-2010 第2.0.12条)。

1.8-2 接地导体(线) earthing conductor

在系统、装置或设备的给定点与接地极或接地网之间提供导电通路或部分导电通路的导体(线)(摘自GB/T 50065-2011 第2.0.7条)。

注:1.术语里的提示是本图集为不同标准对同一个术语的定义所做的加注。

2.术语里的注为原术语里的加注。

防雷术语

图集号

15D500

审核

孙兰

校对

徐玲献

设计

李道本

页

3

提示: 1. 1.8-1和1.8-2英文相同, 中文术语翻译不同, 意思相同。

2. 本系列图集根据IEC标准, 宜将总等电位联结/总接地端子/总接地母线连接至接地网或接地极的导体描述为接地导体。

1.9 直击雷 direct lightning flash

闪击直接击于建(构)筑物、其他物体、大地或外部防雷装置上, 产生电效应、热效应和机械力者(摘自GB 50057-2010 第2.0.13条)。

1.10 闪电电磁感应 lightning electromagnetic induction

由于雷电流迅速变化在其周围空间产生瞬变的强电磁场, 使附近导体上感应出很高的电动势(摘自GB 50057-2010 第2.0.15条)。

1.11 闪电感应 lightning induction

闪电放电时, 在附近导体上产生的雷电静电感应和雷电电磁感应, 它可能使金属部件之间产生火花放电(摘自GB 50057-2010 第2.0.16条)。

1.12 闪电电涌 lightning surge

闪电击于防雷装置或线路上以及由闪电静电感应或雷击电磁脉冲引发, 表现为过电压、过电流的瞬态波(摘自GB 50057-2010 第2.0.17条)。

1.13 闪电电涌侵入 lightning surge on incoming services

由于雷电对架空线路、电缆线路或金属管道的作用, 雷电波, 即闪电

电涌, 可能沿着这些管线侵入屋内, 危及人身安全或损坏设备(摘自GB 50057-2010 第2.0.18条)。

1.14 雷击电磁脉冲 lightning electromagnetic impulse (LEMP)

雷电流经电阻、电感、电容耦合产生的电磁效应, 包含闪电电涌和辐射电磁场(摘自GB 50057-2010 第2.0.25条)。

1.15 防雷区 lightning protection zone (LPZ)

划分雷击电磁环境的区, 一个防雷区的区界面不一定要有实物界面, 例如不一定要有墙壁、地板或天花板作为区界面(摘自GB 50057-2010 第2.0.24条)。

提示: 防雷区划分的示例可见15D503第49页。

1.16-1 电涌保护器 surge protective device (SPD)

用于限制瞬态过电压和分泄电涌电流的器件。它至少含有一个非线性元件(摘自GB 50057-2011 第2.0.29条)。

1.16-2 浪涌保护器 surge protective device (SPD)

用于限制瞬态过电压和泄放浪涌电流的电器, 它至少包含一个非线性元件, 又称电涌保护器(摘自GB 50343-2012第2.0.16条)。

1.17 SPD的脱离器 SPD disconnecter

把SPD从电源系统断开所需要的装置(内部的和/或外部的)。

注: 这种断开装置不要求具有隔离能力, 它防止系统持续故障并可用来给出SPD故

防雷术语

图集号

15D500

审核 孙 兰

校对 徐玲献

设计 李道本

页

4

障的指示。

可具有多于一种的脱离器功能,例如过电流保护功能和热保护功能。这些功能可以组合在一个装置或几个装置来完成(摘自 GB/T 18802.12-2014/IEC 61643-12:2008 第3.1.16条)。

1.18 耐受短路电流 short-circuit withstand

SPD能够承受的最大预期短路电流值。

注:1. 采纳IEC 61643-1中3.28,并增加注2。

2. 本定义指直流和50/60Hz交流。对二端口SPD或输入/输出分开的一端口SPD,两种耐受短路电流可以定义为:一种相当于内部短路电流(内部带电部分旁路),另一种相当于直接在输出端的外部短路电流(负载失效)。在IEC 61643-1中,耐受短路电流试验仅为内部短路,外部短路试验待定(摘自 GB/T 18802.12-2014/IEC 61643-12:2008 第3.1.24条)。

1.19 外露可导电部分 exposed-conductive-part

设备上可触及到的可导电部分,它在正常状况下不带电,但在基本绝缘损坏时会带电(摘自GB 50303-2015 第2.1.25条,GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-12-10条)。

1.20 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,该电位通常是局部地电位(摘自GB 50303-2015 第2.1.26条,GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-12-11条)。

2 接地术语

2.1-1 接地系统 earthing system

系统、装置或设备的接地所包含的所有电气连接和器件(摘自 GB/T 50065-2011 第2.0.8条)。

2.1-2 接地系统 earthing system

将等电位连接网络和接地装置连在一起的整个系统(摘自 GB 50057-2010 第2.0.23条)。

2.1-3 接地配置 earthing arrangement; grounding arrangement(US)

接地系统 earthing system(deprecated)

系统、装置或设备的接地所包含的所有电气连接和器件(摘自 GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-13-04条)。

2.1-4 接地配置 earthing arrangement; grounding arrangement

接地系统 earthing system(deprecated)

系统、装置和设备的接地所包含的所有电气连接和器件(摘自 GB/T 2900.73-2008第195-02-20条)。

提示:1. 2.1-1和2.1-2英文相同,中文术语名称相同,术语定义写法不同。2.1-1定义广泛,适用于常见的电气(强电、弱电/智能化)系统的接地,包括防雷系统。2.1-2主要突出防雷等电位连接网络和接地装置连在一起的整个

接地术语

图集号

15D500

审核

孙兰

校对

徐玲献

设计

李道本

页

5

系统。

2. 2.1-3和2.1-4英文相同,中文术语相同,接地系统和接地配置定义相同。

3. 当采用共用接地系统时,上述术语应用没区别。

2.2 接地网 earth-electrode netwok

接地系统的组成部分,仅包括接地极及其相互连接部分(摘自 GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-13-06条, GB/T 50065-2011 第2.0.10条)。

2.3 接地极 earthing electrode

埋入土壤或特定的导电介质(如混凝土或焦炭)中与大地有电接触的可导电部分(摘自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-13-05条, GB/T 50065-2011 第2.0.6条)。

2.4 接地体 earth electrode

埋入土壤中或混凝土基础中作散流用的导体(摘自GB 50057-2010 第2.0.11条)。

2.5 独立接地极 independent earth eiectrode; independent ground eiectrode; remote earth (deprecated)

与其他接地极之间保持一定距离,使其地位不受大地与其他接地极之间电流的显著影响的接地极(摘自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-13-07条)。

2.6 接地电阻 earthing resistance

在给定频率下,系统、装置或设备的给定点与参考地之间的阻抗的实

部(摘自GB/T 50065-2011 第2.0.12条)。

2.7 工频接地电阻 power frequency earthing resistance

根据通过接地极流入地中工频交流电流求得的电阻(摘自GB/T 50065-2011 第2.0.13条)。

2.8 冲击接地电阻 impilse earthing resistance

根据通过接地极流入地中冲击电流求得的接地电阻(接地极上对地电压的峰值与电流的峰值之比)(摘自 GB/T 50065-2011 第2.0.14条)。

2.9 接地导体 earth conductor; earthing conductor; grounding conductor(US); earth conductor(deprecated)

在系统、装置或设备的给定点与接地极或接地网之间提供导电通路或部分导电通路的导体。

提示:1. 在建筑物电气装置中,给定点通常是总接地端子,接地导体将该点与接地极或接地网相连接(GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-13-12条)。

2. GB/T 50065-2011第2.0.7条为接地导体(线),见本图集第3页1.8-2。

2.10-1 保护导体 protective conductor

由保护联结导体、保护接地导体和接地导体组成,起安全保护作用的导体(摘自GB 50303-2015 第2.1.18条)。

接地术语

图集号

15D500

审核 孙 兰

校对 徐玲献

设计 李道本

页

6

2.10-2 保护导体 protective conductor(identification: PE) PE

为了安全目的,如电击防护中设置的导体。

注:用于电击防护时,保护导体示例包括保护联结导体、保护接地导体和接地导体。(定义摘自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-13-22条,注摘自IEC 60364-5-54:2011)

2.10-3 保护导体 protective conductor(PE)

为了安全目的设置的导体(摘自GB/T 50065-2011 第2.0.24条)。

提示:1. 2.10-1~2.10-3英文相同,中文术语相同,术语定义写法不同。IEC 60364-5-54:2011将保护导体用于电击防护时,定义为保护联结导体、保护接地导体和接地导体的总称。

2. 2.10-1将保护导体和保护接地导体进行区分;2.10-2直接翻译IEC 60050-826:2004;2.10-3从定义里看不出保护导体和保护接地导体的区分。

3. 本系列图集保护导体引用2.10-1和2.10-2的概念。

2.11-1 总接地端子 main earthing terminal; main grounding terminal(US)

总接地母线 main earthing busbar; main grounding
busbar(US); earth circuit connector (deprecated)

接地配置组成部分的端子或母线,用于多个接地导体的电气连接(摘自

《电工术语 接地与电击防护》GB/T 2900.73-2008 第195-02-33条,《电工术语 电气装置》GB/T 2900.71-2008 第825-13-15条)。

2.11-2 总接地端子 main earthing terminal, main earthing busbar

电气装置接地配置的一部分,并能用于与多个接地用导体实现电气连接的端子或总母线。又称总接地母线(摘自GB 50303-2015 第2.1.20条)。

2.12-1 接地干线 earthing busbar

与总接地母线(端子)、接地极或接地网直接连接的保护导体。(摘自GB 50303-2015 第2.1.21条)

2.12-2 接地干线 earthing bus conductor

连接到总接地端子上的导体(或母线)(摘自《建筑电气装置 第5部分:电气 设备的选择和安装 第548节:信息技术装置的接地配置和等电位联结》GB/T 16895.17-2002“548.1.3定义”第548.1.3.4条)。

提示:“548.7.1接地干线”将接地干线解释为“建筑物的总接地端子可通过连接一根接地干线(包括裸母线排)加以延伸,以使信息技术装置能从建筑物中任何一点尽可能短的距离与其联结和/或接地”。对照GB/T 16895.10-2010的“接地母线”指“当为功能目的而设置接地母线时,可将建筑物内的总接地端子(MET)的延伸作接地母线,为此信息技术设备可在建筑物内的任何处以最短捷的路径接向总接线端子。”“接地干线”和“接地母线”叫法不同,用途相同。

接地术语

图集号

15D500

审核

孙兰

校对

徐玲献

设计

李道本

页

7

术 语	<p>2.13 保护接地导体 (PE) protective earthing conductor 用于保护接地的导体(摘自GB 50303-2015 第2.1.22条)。</p> <p>保护联结导体 protective bonding conductor 用于保护等电位联结的导体(摘自GB 50303-2015 第2.1.23条)。</p> <p>2.14 中性导体 neutral conductor 电气上与中性点连接并能用于配电的导体(摘自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-14-07条)。</p> <p>2.15 保护接地中性导体 PEN conductor 兼有保护接地导体和中性导体功能的导体(摘自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-13-25条)。</p> <p>2.16 功能接地导体 functional earthing conductor; functional grounding conductor 用于功能接地的导体(摘自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-13-28条)。</p> <p>2.17 保护接地 protective earthing 为电气安全,将系统、装置或设备的一点或多点接地(摘自GB/T 50065-2011 第2.0.3条)。</p> <p>2.18 功能接地 functional earthing ; functional grounding (US) 出于电气安全之外的目的,将系统、装置或设备的一点或多点接地(摘</p>	<p>自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-13-10条)。</p> <p>2.19 放热焊接 exothermic welding 利用金属氧化物与铝之间的氧化还原反应,同时释放出大量的热量和高温熔融金属,进行焊接的方法(摘自GB/T 50065-2011 第2.0.38条)。</p> <p>2.20 布线系统 wiring system 由一根或几根绝缘导体、电缆或母线及其固定部分构成的组合,如果需要,还包括其机械保护部分(摘自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-15-01条)。</p> <p>2.20-1 接地故障 earth fault; ground fault(US) 带电导体与大地之间意外出现导电通路。 注:导电路径可能通过有瑕疵的绝缘,通过结构物(例如杆子、脚手架、起重机、梯子)或通过植物(如大树、灌木),并具有显著的阻抗(摘自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-15-01条)。</p> <p>2.20-2 接地故障 earth fault 带电导体与大地之间意外出现导电通路(摘自GB 50054-2011第2.0.24条)。</p> <p>2.21-1 接地端子 earthing terminal; grounding in terminal(US) ; earthin terminal(deprecated)</p>	术 语
设计 要点			设计 要点
施工 要点			施工 要点
示例 及 数据			示例 及 数据
接地术语			
审核	孙 兰	校对	徐玲献
设计	李道本	图集号	15D500
页	8		

GB/T 50065-2011 第2.0.5条)。

2.26 静电安全 electrostatic safety

指在生产过程及各种环境(系统)中,不发生由于静电现象而导致人的伤害、设备损坏或财产的状况和条件(摘自GB/T 15463-2008)。

2.27 静电接地系统 electrostatic earthing system

带电体上的电荷向大地泄漏,消散的外界导出通道(摘自GB/T 15463-2008)。

2.28 直接静电接地 direct static earthing

通过金属导体使物体接地的一种方式(摘自GB/T 15463-2008)。




2.29 间接静电接地 indirect static earthing

通过非金属材料或防静电材料以及防静电制品使物体接地的一种方式
(摘自GB/T 15463-2008)。

2.30 静电接地电阻 earthing resistance of static electrostatic

指静电接地系统的对地电阻。

直接静电接地电阻为接地体或自然接地体的对地电阻和接地线电阻的总和。间接静电接地电阻为被接地物体的接地极与大地之间的总电阻，主要由导电、防静电材料或防静电制品的电阻决定（摘自GB/T 15463—2008）。

接地术语							图集号	15D500
审核	孙兰		校对	徐玲献		设计	李道本	
							页	9

3 等电位术语

3.1-1 防雷等电位连接 lightning equipotential bonding

将分开的诸金属物体直接用连接导体或经电涌保护器连接到防雷装置上以减小雷电流引发的电位差(摘自GB 50057-2010 第2.0.19条)。

3.1-2 等电位连接 equipotential bonding

直接用连接导体或通过浪涌保护器将分离的金属部件、外来导电物、电力线路、电信线路及其他电缆连接起来以减小雷电流在它们之间产生电位差的措施(摘自GB 50343-2012第2.0.12条)。

3.1-3 等电位联结 equipotential bonding

多个可导电部分间为达到等电位进行的联结(摘自GB 50054-2011第2.0.18条)。

提示: 3.1-1和3.1-2意思相同, 术语定义写法不同, 主要用于减小雷电流引发的电位差, 用连接。3.1-2和3.1-3英文相同, 3.1-3主要用于将多个可导装置达到等电位, 用联结。

3.2 等电位联结系统 equipotential bonding system

EBS

为实现可导电部分之间的等电位联结而将这些部分相互连接(摘自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-13-30条)。

3.3 保护等电位联结 equipotential bonding

为了安全目的进行的等电位联结(摘自GB 50054-2011第2.0.19条)。

3.4 保护等电位联结系统 protective equipotential bonding system

PEBS

用于保护等电位联结的等电位联结系统(摘自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-13-31条)。

3.5 功能等电位联结 equipotential bonding

为保证正常运行进行的等电位联结(摘自GB 50054-2011第2.0.20条)。

3.6 功能等电位联结系统 functional equipotential bonding system

用于功能等电位联结的等电位联结系统(摘自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-13-32条)。

3.7-1 等电位连接带 bonding bar

将金属装置、外来导电物、电力线路、电信线路及其他线路连于其上以能与防雷装置做等电位连接的金属带(摘自GB 50057-2010第2.0.20条)。

3.7-2 等电位连接带 equipotential bonding bar

用作等电位连接的金属导体(摘自GB 50343-2012第2.0.13条)。

等电位术语

图集号

15D500

审核

孙兰

校对

徐玲献

设计

李道本

页

10

3.12 总等电位联结 main equipotential bonding

在保护等电位联结中，将总保护导体、总接地导体或总接地端子、建筑物内的金属管道和可利用的建筑物金属结构等可导电部分连接到一起（摘自GB 50054-2011第2.0.21条）。

3.13 辅助等电位联结 supplementary equipotential bonding

在导电部分间用导线直接连通,使其电位相等或接近,而实施的保护等电位联结(摘自GB 50054-2011第2.0.22条)。

3.14 局部等电位联结 local equipotential bonding

在一局部范围内将各导电部分连通，而实施的保护等电位联结（摘自 GB 50054-2011第2.0.23条）。

3.15 固定设备 fixed equipment




与一个支持物牢固相连接或被固定安装在指定地方的设备(摘自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-16-07条)。

3.16 移动设备 mobile equipment; portable equipment
(deprecated)

运行时可移动或与电源相连接时易于由一处移动另一处的电气设备。
(摘自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-16-04条)

CBN

用于保护等电位联结和功能等电位联结的等电位联结系统(摘自GB/T 2900.71-2008/IEC 60050-826:2004 第826-13-33条)。

等电位术语							图集号	15D500
审核	孙兰		校对	徐玲献		设计	李道本	
							页	11

设计要点

1 基本要求

1.1 做好设计工程项目相关资料的收集工作

1.1.1 收集建(构)筑物爆炸危险环境区域划分、爆炸危险介质排放管道管口处爆炸危险环境区域划分等资料。

1.1.2 收集建(构)筑物火灾危险区域等资料。

1.1.3 收集工程项目接地网、腐蚀介质、地形地貌、土壤等资料。

1.1.4 收集工程项目所在地相关法规和规定。

1.2 做好相关专业互提资料的工作

1.2.1 及时了解建筑、结构、设备等相关专业的相关设计资料。

1.2.2 工程项目总图布置、综合管线需防雷、接地、等电位连接/联结的资料。

1.2.3 互提条件资料宜以平面文件形式(电子版或纸质)提出。

1.3 做好相关专业施工图阶段图纸会签的工作

1.3.1 对建筑、结构、设备等相关专业所提条件资料,建筑电气专业(包括强电和弱电)应确认。

1.3.2 给建筑、结构、设备等相关专业所提条件资料,需对方确认。

1.3.3 施工图文件上需对相关专业互提资料的内容进行确认并会签。

2 防雷设计

2.1 收集相关资料

2.1.1 收集满足计算建(构)筑物年预计雷击次数所需的资料。

1 建(构)筑物年预计雷击次数计算公式如下:

$$N=k \times N_g \times A_e$$

式中:k—校正系数,在一般情况下取1;位于河边、湖边、山坡下或山地中土壤率较小处,地下水露头处、土山顶部、山谷风口等处建筑物,以及特别潮湿的建筑物取1.5;金属屋面没有接地的砖木结构建筑物取1.7;位于山顶上或旷野的孤立建筑物取2;

N_g —建(构)筑物所处地区雷击大地的年平均密度(次/ km^2/a);

A_e —与建(构)筑物截收相同雷击次数的等效面积(km^2)。

2 雷击大地的年平均密度应以工程所在地气象部门的资料为准。当不可能时,可按下式计算:

$$N_g=0.1 \times T_d$$

式中: T_d —年平均雷暴日(d/a),年平均雷暴日应根据工程所在地气象部门的资料为准。

3 收集与建筑物截收相同雷击次数的等效面积计算所需建筑物的长L(m)、宽W(m)、高H(m)数据。

2.1.2 收集建筑物易受雷击部位的资料。

2.1.3 收集工程项目相邻建(构)筑物与防雷保护区域有关的建筑高度、间距等资料。

注:当根据GB 50057-2010第3.0.3条第9、10款或第3.0.4条2~4款进行建筑物防雷分类时,建(构)筑物年预计雷击次数应进行计算。

基本要求、防雷设计

图集号

15D500

审核 孙 兰

校对 徐玲献

设计 李道本

页

12

2.2 建筑物防雷类别的分类

建筑物应根据建筑物的重要性、使用性质、发生雷电事故的可能性和后果分为3类:第一类防雷建筑物、第二类防雷建筑物和第三类防雷建筑物。

建筑物的防雷分类按照《建筑物防雷设计规范》GB 50057相关规定执行,爆炸危险环境区域划分按照《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058相关规定执行。

2.2.1 按建筑物的使用性质确定建筑物的防雷类别。

1 有爆炸危险环境的建筑物,按照《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010第3.0.2条和第3.0.3条第5~7款确定建筑物的防雷类别。

2 文物保护的建筑物、办公建筑、会展建筑、交通建筑、体育建筑、数据中心等,按照《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010第3.0.3条第1~4款和第3.0.4条第1款确定建筑物的防雷类别。GB 50057-2010第3.0.3条第1~4款未提到的建筑物,按照《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010第3.0.3条第9、10款和第3.0.4条第2~4款确定建筑物的防雷类别。

2.2.2 按预计雷击次数确定建筑物的防雷分类。

1 预计雷击次数按照《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010第3.0.3条第9、10款和第3.0.4条第2、3款确定。

2 部、省级办公建筑物和其他重要或人员密集的公共建筑以及火灾危

险场所预计雷击次数大于0.05次/a时为第二类防雷建筑物;大于或等于0.01次/a;且小于或等于0.05次/a时为第三类防雷建筑物。

3 住宅、办公建筑楼等一般性民用建筑或一般性工业建筑物预计雷击次数大于0.25次/a时为第二类防雷建筑物;大于或等于0.05次/a,且小于或等于0.25次/a时为第三类防雷建筑物。

2.2.3 按平均雷暴日确定建筑物的防雷分类。

1 平均雷暴日数按照《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010第3.0.4条第4款确定。

2 平均雷暴日大于15d/a的地区,高度等于或大于15m的烟囱、水塔等孤立的高耸建筑物为第三类防雷建筑物。

3 平均雷暴日小于15d/a的地区,高度等于或大于20m的烟囱、水塔等孤立的高耸建筑物为第三类防雷建筑物。

2.2.4 按爆炸危险环境确定建筑物的防雷类别。

1 《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014中第1.0.4条规定“爆炸危险区域的划分应由负责生产工艺加工介质性能、设备和工艺性能的专业人员和安全、电气专业的工程技术人员共同商议完成”。防雷设计人员应严格依据相关专业提供的爆炸性气体环境或爆炸性粉尘环境危险区域的划分图进行建筑物的防雷分类。

2 爆炸性气体环境危险区域根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014第3.2.1条从高到低划分为0区、1区和2区。危险

防雷设计							图集号	15D500
审核	孙兰	设计	李道本	校对	徐玲献	设计	页	13

程度根据爆炸性气体混合物出现的频率、持续时间、释放速度、通风和其他影响因素确定。因生产环境要求采取措施不允许出现0区,容器内的0区在防雷设计时不视为0区环境。所以,建筑物内有1区爆炸性气体环境的,确定为第一类防雷建筑物;有2区爆炸性气体环境的,确定为第二类防雷建筑物。

3 爆炸性粉尘环境危险区域根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014第4.2.2条从高到低划分为20区、21区和22区。危险程度根据爆炸性粉尘释放源出现的频率、持续时间、释放速度、通风和其他影响因素确定。粉尘容器内部为20区;建筑物内有21区爆炸性粉尘环境的,确定为第一类防雷建筑物;有22区爆炸性粉尘环境的,确定为第二类防雷建筑物。

4 铝粉、镁粉等金属爆炸性粉尘的防雷应按照国家现行标准的相关规定执行。

5 火工品的制造、使用、存储的危险建筑物,雷电会造成巨大破坏和人员伤亡时为第一类防雷建筑物;不会造成巨大破坏和人员伤亡时为第二类防雷建筑物。

2.2.5 同一建筑物可分为多类防雷建筑物时的建筑物的防雷分类。

1 当第一类防雷建筑物部分的面积占建筑物总面积的30%及以上时,该建筑物宜确定为第一类防雷建筑物。

2 当第一类防雷建筑物部分的面积占建筑物总面积的30%以下,且

第二类防雷建筑物部分的面积占建筑物总面积的30%及以上时,该建筑物宜确定为第二类防雷建筑物。

3 当第一、二类防雷建筑物部分的面积均小于建筑物总面积的30%,但其面积之和又大于30%时,该建筑物宜确定为第二类防雷建筑物。

4 当第一、二类防雷建筑物部分的面积之和小于建筑物总面积的30%,且不可能遭受直击雷时,该建筑物宜确定为第三类防雷建筑物。

2.3 建筑物的防雷措施

2.3.1 基本规定。

1 建筑物采取的防雷措施主要有:防直击雷、防闪电感应、防闪电电涌侵入、防雷击电磁脉冲。

2 各类防雷建筑物应采取防直击雷、防闪电电涌侵入的措施。

3 第一类防雷建筑物和有火工品危险场所或爆炸性环境危险区域的第二类防雷建筑物,还应采取防闪电感应的措施。

4 各类防雷建筑物应设内部防雷装置,且在建筑物的地下室或地面层处建筑物金属体、金属装置、建筑物内系统、进出建筑物的金属管线应与防雷装置做防雷等电位连接,等电位连接做法见图集15D502、15D503;外部防雷装置与建筑物金属体、金属装置、建筑物内系统之间应满足间隔距离的要求,做法见图集15D501。

5 第二类防雷建筑物中的国家级的会堂、办公建筑物、大型展览和博览建筑物、大型火车站和飞机场、国宾馆、国家级档案馆、大型城市

防雷设计

图集号

15D500

审核 孙 兰

校对 徐玲献

设计 李道本

页

14

的重要给排水泵房等特别重要的建筑物；国家级计算中心、国际通信枢纽等对国民经济有重要意义的建筑物；国家特级和甲级大型体育馆应采取防雷击电磁脉冲的措施。其他各类防雷建筑物，当其建筑物内系统所接设备重要性高，以及所处雷击磁场环境和加于设备的闪电电涌无法满足要求时，也应采取防雷击电磁脉冲的措施。做法见图集15D501。

防直击雷的措施

2.3.2 第一类防雷建筑物防直击雷的措施。

1 第一类防雷建筑物应优先采用独立的外部防雷装置防直击雷。当难以装设独立的外部防雷装置时，可将接闪器安装在建筑物上。

2 采用独立的外部防雷装置防直击雷的措施按照《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010第4.2.1条执行。

1) 应装设独立接闪杆或架空接闪线或网。

2) 架空接闪网的网格尺寸不应大于 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 或 $6\text{m}\times 4\text{m}$ 。

3) 排放爆炸性气体、蒸汽、粉尘介质的放散管、呼吸阀、排风管的管口处为爆炸危险环境时，爆炸危险区域应被接闪器保护，并符合GB 50057-2010中第4.2.1条2款规定的范围。

4) 排放爆炸性气体、蒸汽、粉尘介质的放散管、呼吸阀、排风管的管口处为非爆炸危险环境时，接闪器的保护范围应使管帽（没管帽时为管口）得到保护。

5) 独立接闪杆的杆塔、架空接闪线的端部和架空接闪网的支柱处

应至少设1根引下线。

6) 独立接闪杆或架空接闪线或网的支柱及其接地装置与被保护建筑物及与其相关的管道、电缆等金属物之间的间距不应小于3m，且应符合GB 50057-2010中第4.2.1条5款的规定。

7) 架空接闪线、接闪网至屋面及各种突出屋面的风帽、放散管等物体之间的间距不应小于3m，且应符合GB 50057-2010中第4.2.1条6、7款的规定。

8) 独立接闪杆、架空接闪线或接闪网应设独立的接地装置，每一引下线的冲击接地电阻不宜大于 10Ω 。在土壤电阻率高的地区，可适当增大冲击接地电阻，但3000m以下地区，冲击接地电阻不应大于 30Ω 。

3 将接闪器安装在建筑物上的防直击雷措施按照《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010第4.2.4条执行。

1) 将接闪杆或网格不大于 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 或 $6\text{m}\times 4\text{m}$ 的接闪网或由其混合组成的接闪器直接安装在建筑物上。接闪器之间应相互连接。不应利用金属屋面、屋顶上永久性金属物作为接闪器。

2) 接闪器的专用引下线不应少于2根，并应沿建筑物四周和内庭院四周均匀或对称布置，其间距沿周长计算不应大于12m。不应利用建筑物钢筋混凝土柱内的钢筋或圆钢作专用引下线。

3) 建筑物高于30m时应采取防侧击的措施。应从30m起每隔不大于6m沿建筑物四周设水平接闪带并应与引下线相连；30m及以上外

防雷设计

图集号

15D500

审核

孙兰

校对

徐玲献

设计

李道本

页

15

墙上的栏杆、门窗等较大的金属物应与防雷装置连接。

4) 应设防雷等电位连接环,环间垂直距离不应大于12m。防雷等电位连接环可利用电气设备的等电位联结干线。

5) 防雷的接地装置应围绕建筑物敷设成环,可兼作防雷电感应接地之用。防雷接地装置应与电气(强电、弱电)系统接地装置可靠连接。

6) 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064—2014中第5.3.1条第6款规定:当防雷接地装置与电气(强电、弱电)系统接地装置可靠连接时,防雷装置与电气系统接地装置的地下连接点至35kV及以下设备的地下连接点间距应大于15m。

2.3.3 第二类防雷建筑物防直击雷的措施。

1 宜在建筑物上采用装设接闪网、接闪带、接闪杆或由其混合组成的接闪器。

2 接闪网、接闪带应敷设在建筑物易受雷击部位。其在整个屋面组成的网格尺寸不应大于10m×10m或12m×8m。建筑物高度超过45m时,应沿屋顶周边设接闪带。接闪带敷设在建筑物外墙表面、屋檐边垂直面或垂直面外。接闪器之间应互相连接。

3 建筑物高度超过45m时,对水平突出外墙的物体,当滚球半径45m球体从屋顶周边接闪带外向地面垂直下降接触到突出外墙的物体时,应采取相应的防雷措施;高于60m的建筑物,其上部占建筑高度20%并超过60m的部位应防侧击。建筑物上部占建筑高度20%并超过60m的

部位,各表面上的尖物、墙角、边缘、设备以及显著突出的物体,应按屋顶的保护措施处理;接闪器应按1和2的要求布置,并应重点布置在墙角、边缘和显著突出的物体上。建筑物垂直边缘处外部引下线及符合本类接闪器要求的外部金属物可利用作为接闪器;符合4的钢筋混凝土中的钢筋或圆钢,其单根或总和直径不小于10mm时可利用其作为接闪器。

4 第二类防雷建筑物中除涉及国家重点文物保护及爆炸危险环境的建筑物,当建筑物女儿墙以内的屋顶钢筋网以上的防水和混凝土层允许不被保护时,宜利用屋顶钢筋网作为接闪器;当建筑物是多层建筑,且周围很少有人停留时,宜利用女儿墙压顶板内或檐口内的钢筋作为接闪器。

5 排放爆炸性气体、蒸汽、粉尘介质的放散管、呼吸阀、排风管的管口处为爆炸危险环境时,爆炸危险区域应被接闪器保护,并符合GB 50057—2010中第4.2.1条第2款规定的范围。

6 排放爆炸性气体、蒸汽、粉尘介质的放散管、呼吸阀、排风管的管口处为非爆炸危险环境或装有阻火器及排放无爆炸性气体、蒸汽、粉尘介质的放散管、烟囱、自然通风管时,金属物体可不装设接闪器,但应与屋面防雷装置连接。

7 不处在接闪器保护范围内的非导电性屋顶物体,当没有突出由接闪器形成的平面0.5m以上时,可不与屋面防雷装置连接;超过时应装设接闪器并与屋面防雷装置连接。

8 不处在接闪器保护范围内的屋顶孤立金属物,高出屋面不超过0.3m,

防雷设计

图集号

15D500

审核 孙 兰

校对 徐玲献

设计 李道本

页

16

或其上层总面积不超过 1.0m^2 ,或其上层表面的长度不超过 2.0m 时,可不要求做附加的保护措施。

9 GB 50057-2010中强制性条文“4.3.3 专设引下线不应少于2根,并应沿建筑物四周和内庭院四周均匀对称布置,其间距沿周长计算不应大于 18m 。当建筑物的跨度较大,无法在跨距中间设引下线时,应在跨距两端设引下线并减少其他引下线的间距,专设引下线的平均间距不应大于 18m 。”其中“专设引下线”区别于利用建筑物的金属体。

当建筑物钢筋混凝土柱内的钢筋或圆钢,其单根或总和直径不小于 10mm 时宜利用作引下线,作为专用引下线时,平均间距不应大于 18m 。

2.3.4 第三类防雷建筑物防直击雷的措施。

1 宜在建筑物上采用装设接闪网、接闪带、接闪杆或由其混合组成的接闪器。

2 接闪网、接闪带应敷设在建筑物易受雷击部位。其在整个屋面组成的网格尺寸不应大于 $20\text{m}\times 20\text{m}$ 或 $24\text{m}\times 16\text{m}$ 。建筑物高度超过 60m 时,应沿屋顶周边设接闪带。接闪带敷设在建筑物外墙表面、屋檐边垂直面或垂直面外。接闪器之间应互相连接。

3 建筑物高度超过 60m 时,对水平突出外墙的物体,当滚球半径 60m 球体从屋顶周边接闪带外向地面垂直下降接触到突出外墙的物体时,应采取相应的防雷措施;高于 60m 的建筑物,其上部占建筑高度20%并超过 60m 的部位应防侧击。建筑物上部占建筑高度20%并超过 60m 的部位,

各表面上的尖物、墙角、边缘、设备以及显著突出的物体,应按屋顶的保护措施处理;接闪器应按1和2的要求布置,并应重点布置在墙角、边缘和显著突出的物体上。建筑物垂直边缘处外部引下线及符合本类接闪器要求的外部金属物可利用作为接闪器;符合4的钢筋混凝土中的钢筋或圆钢,其单根或总和直径不小于 10mm 时可利用其作为接闪器。

4 当建筑物女儿墙以内的屋顶钢筋网以上的防水和混凝土层允许不被保护时宜利用屋顶钢筋网作为接闪器;当建筑物是多层建筑,且周围除保安人员巡逻外通常无人停留时,宜利用女儿墙压顶板内或檐口内的钢筋作为接闪器。

5 不处在接闪器保护范围内的非导电性屋顶物体,当没有突出由接闪器形成的平面 0.5m 以上时,可不与屋面防雷装置连;超过时应装设接闪器并与屋面防雷装置连接。

6 不处在接闪器保护范围内的屋顶孤立金属物,高出屋面不超过 0.3m ,或其上层总面积不超过 1.0m^2 ,或其上层表面的长度不超过 2.0m 时,可不要求做附加的保护措施。

7 砖、钢筋混凝土烟囱、冷却塔、排毒塔等建筑物宜在其上装设接闪杆或接闪环保护。多支接闪杆应连接在闭合环上。非金属上述建筑物当无法采用单支或双支接闪杆保护时,应在烟囱、冷却塔、排毒塔口装设环形接闪带,并应对称布置三支高出烟囱、冷却塔、排毒塔口的不低于

防雷设计

图集号

15D500

审核 孙 兰

校对 徐玲献

设计 李道本

页

17

0.5m的接闪杆。钢筋混凝土的上述建筑物,钢筋或圆钢单根或总和直径不小于10mm时可利用其作为引下线,不另设。上述建筑物高度不超过40m可只设一根引下线;超过40m时应设两根引下线。金属烟囱本体应作为接闪器和引下线。

8 GB 50057-2010中强制性条文“4.4.3 专设引下线不应少于2根,并应沿建筑物四周和内庭院四周均匀对称布置,其间距沿周长计算不应大于25m。当建筑物的跨度较大,无法在跨距中间设引下线时,应在跨距两端设引下线并减少其他引下线的间距,专设引下线的平均间距不应大于25m。”其中“专设引下线”区别于利用建筑物的金属体。

当建筑物钢筋混凝土柱内的钢筋或圆钢,其单根或总和直径不小于10mm时宜利用作引下线,作为专用引下线时,平均间距不应大于25m。

防闪电感应的措施

2.3.5 第一类防雷建筑物防闪电感应的措施。

1 建筑物的金属构件、建筑物内设备、管道、构件、电缆的金属外皮、构架等较大金属物和突出屋面的放散管、风管等金属物应接地。

2 金属屋面周边每隔18~24m应采用引下线接地。现浇或预制构件的钢筋混凝土屋面,其钢筋网的交叉点应绑扎或焊接,并应每隔8~24m采用引下线接地。

3 平行敷设的管道、构架和电缆的金属外皮等长金属物,当其间距小于100mm时,应采用金属线跨接;跨接点的间距不应大于30m。管道、

构架和电缆的金属外皮等长金属物交叉处净距小于100mm时,其交叉处也应跨接。

4 长金属物的弯头、阀门、法兰等螺栓连接处的过渡电阻大于 0.03Ω 时,连接处应采用金属线跨接。对于法兰盘采用不少于5根螺栓连接时,在非腐蚀环境可不跨接。

5 建筑物防闪电感应、电气系统接地、保护接地、防静电接地、等电位联结应共用接地配置;与接闪器的间距应符合GB 50057-2010第4.2.1条的规定。

6 防闪电感应与建筑物内的等电位接地干线不应少于2处。

2.3.6 第二类防雷建筑物防闪电感应的措施。

1 第二类防雷建筑物中爆炸危险环境建筑物内设备、管道、构架等主要金属物应就近接地。

2 第二类防雷建筑物中除2区、22区爆炸危险环境外,平行敷设的管道、构架和电缆的金属外皮等长金属物,当其间距小于100mm时,应采用金属线跨接;跨接点的间距不应大于30m。管道、构架和电缆的金属外皮等长金属物交叉处净距小于100mm时,其交叉处也应跨接。长金属物连接处可不跨接。

3 第二类防雷建筑物中除2区、22区爆炸危险环境外,长金属物的弯头、阀门、法兰等螺栓连接处的过渡电阻大于 0.03Ω 时,连接处应采用金属线跨接。对于法兰盘采用不少于5根螺栓连接时,在非腐蚀环境可不

防雷设计

图集号

15D500

审核

孙 兰

校对

徐玲献

设计

李道本

页

18

跨接。

4 建筑物的外部防雷装置、防闪电感应、防闪电电涌侵入、电气系统接地、保护接地、防静电接地、等电位联结应共用接地配置;并应与引入的金属管线做等电位连接。

5 防闪电感应的建筑物内的等电位接地干线与接地配置不应少于2处。

2.3.7 第三类防雷建筑物防闪电感应的措施。GB 50057-2010中没有专门作出规定。

防闪电电涌侵入的措施

2.3.8 第一类防雷建筑物防闪电电涌侵入的措施。

1 进出建筑物的配电线路金属导管、金属外皮应与建筑物钢筋总等电位联结和接地。

2 架空线路从电杆处至建筑物的接入及配出线路应采用电缆埋地敷设方式。架空线与建筑物的距离不应小于15m。高压线路避雷器的装设参见GB/T 50064-2014第5.3.3条的相关规定。低压线路电涌保护器的装设须符合GB 50057-2010第4.2.3条的规定。

3 弱电线路埋地或架空敷设宜采用屏蔽电缆,其屏蔽层、加强钢线、钢管等两端与其箱体通过等电位联结导体连接。做法参见14D504。

4 架空线路从电杆处至建筑物的进出线路应采用电缆埋地敷设方式。埋地长度可按GB 50057-2010式4.2.3计算,不应小于15m,并符合该规范第4.2.3条第6款的规定。

2.3.9 第二类防雷建筑物防闪电电涌侵入的措施。

1 第二类防雷建筑物没有另列出防闪电电涌侵入的措施,在防止雷电反击和防闪电感应的措施已可防止闪电电涌。

2 配电变压器的措施在GB 50064-2014中有如下规定:10kV~35kV配电系统中配电变压器的高压侧应尽量靠近变压器装设MOA(无间隙氧化锌避雷器)。其接地线应与变压器金属外壳连在一起接地。10kV~35kV配电变压器的低压侧宜装设一组MOA,以防止反变换波和低压侧雷电侵入波击穿高(低)压侧绝缘。该MOA接地线应与变压器金属外壳连在一起接地。

3 变压器高压侧避雷器、低压侧电涌保护器的选择、安装应符合GB 50064-2014和GB 50057-2010第4.3.8条第5款的规定。

2.3.10 第三类防雷建筑物防闪电电涌侵入的措施。

1 第三类防雷建筑物没有另列出防闪电电涌侵入的措施,防止雷电反击和防闪电感应的措施已可防止闪电电涌。

2 配电变压器的措施中变压器高压侧装设避雷器、低压侧装设的电涌保护器的选择、安装应符合GB 50064-2014及其第5.4节和GB 50057-2010第4.3.8条第5款的规定。

2.4 建筑物防雷击电磁脉冲的措施

2.4.1 防雷击电磁脉冲的防雷区划分。

1 可能遭直击雷的区域,按GB 50057-2010中第6.2.1条第1

防雷设计

图集号

15D500

审核

孙兰

校对

徐玲献

设计

李道本

页

19

款的规定,确定为LPZOA区。

2 滚球保护范围以内的户外区域,按GB 50057-2010中第6.2.1条第2款的规定,确定为LPZOB区。

3 不可能遭直击雷的建筑物户内区域,电涌电流较LPZOB区小,按GB 50057-2010中第6.2.1条第3款的规定,确定为LPZ1区。

4 不可能遭直击雷的建筑物内LPZ1区,需进一步减小电涌电流和雷击电磁强度时,按GB 50057-2010中第6.2.1条第4款的规定,确定为LPZ2~LPZn后续防雷区。

2.4.2 防雷击电磁脉冲的措施。

1 除第一类防雷建筑物外,所有与建筑物组合在一起的大尺寸金属件应等电位联结。

2 需保护空间内的屏蔽电缆一端屏蔽层等电位联结(抗电磁干扰)应采用双层屏蔽或穿金属导管,其外层屏蔽层、导管至少两端等电位联结。

3 不同建筑物间无屏蔽连线应采用具有屏蔽功能的穿金属导管、金属格栅、钢筋格栅形成混凝土导管敷设,导管、格栅两端应电气连通,并与两端建筑物等电位联结;采用屏蔽电缆,则两端的屏蔽层与其建筑物等电位联结。

4 由金属物、金属框架、钢筋混凝土等构成的大空间具有屏蔽功能的建筑物、构筑物或房间,穿入的屏蔽电缆的屏蔽层、金属导管、金属电缆桥架及金属槽盒应就近等电位联结。

5 复杂的电气和电子系统,根据其承受大气过电压能力设置一级或多级电涌保护器(SPD)。

2.4.3 电涌保护器设置。

1 建筑物内配电系统应根据电气装置过电压能力和绝缘水平能否满足其所在环境雷电涌的波形和电流(电压)幅值要求确定是否设置电涌保护器保护。满足要求时可不设置电涌保护器(SPD)。当不能满足要求时,应根据电气装置过电压能力和绝缘水平可采用设置电涌保护器(SPD)或2级、多级电涌保护器(SPD)。

2 户外架空线路,架空线路采用电缆地下敷设进入各类防雷建筑物处或终端电气箱设置的电涌保护器应分别符合GB 50057-2010中第4.2.4条、第4.3.8条、第4.4.7条、第4.5.4条相应规定。做法及参数参见图集15D501。

3 当电气装置全部由埋地的低压系统而不含架空线供电的情况下,设备的额定耐冲击电压值符合《低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验》GB/T 16935.1-2008要求时,可不需要设置SPD保护。当雷暴水平小于25及以下时,配电系统采用地下电缆或架空线供电,可不设置SPD保护。当雷暴水平小于25以下;配电系统采用地下电缆或架空线供电,用电装置可承受过电压能力非常低时,应设置SPD保护。

4 雷电保护系统的电涌保护器的SPD冲击试验等级(Ⅰ级试验、Ⅱ级

防雷设计

图集号

15D500

审核

孙兰

校对

徐玲献

设计

李道本

页

20

试验、Ⅲ级试验)及冲击电流 I_{imp} 、Ⅱ级试验最大放电电流 I_{max} 、开路电压峰值 U_{OC} 通常是按照雷击强度选择。应正确选择电涌保护器(SPD)的最大持续工作电压 U_C 和最大持续工作电压 I_C ;暂态过电压 U_T (制造厂提供);Ⅰ级试验和Ⅱ级试验的标称放电电流 I_n ;Ⅰ级试验的 I_{max} 、Ⅱ级试验的 I_{imp} 、Ⅲ级试验的 U_{OC} ;电压保护水平 U_p ;"劣化"资料(制造厂提供);失效模式(电涌和过电压的类型);短路耐受能力;最大持续负载电流;电压降。参数选用参见15D501图集。

5 电涌保护器的使用条件:48Hz~63Hz的交流电源或直流电源;海拔不超过2000m;使用和储存正常温度范围为 $-5^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$,极限温度范围为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ 。使用环境与上述条件不符时应根据制造厂的要求修正使用参数。参见15D501图集。

6 电涌保护器应根据接地方式确定放电电流的路径、可能产生电压降的导线及布线,避免导线路径产生不必要电感,设备和SPD采用等电位联结得到合理安装,且SPD安装位置应在可靠保护设备的距离范围内。

7 设置2级、多级电涌保护器(SPD)时,所设各级电涌保护器的残压 U_{res} 和 U_p 应满足下级设备的绝缘配合和过电压能力的要求;各SPD电涌能量耐受值的配合应合理安全;注意操作过电压的电流和电压与雷电涌流的保护配合。通常操作过电压低于大气过电压,防止大气过电压的要求一般包括了操作过电压的保护。操作过电压的电流和电压的峰值通常比雷电过电压小,但持续时间较长,选择SPD应知道操作冲击产生的能

量。设置第2级或多级电涌保护器间配合参见15D501图集。

8 电涌保护器因开路、短路损坏应装设脱离器。脱离器应具有热保护、短路保护和间接接触保护功能。保护应与供配电系统具有保护选择性,确保供电可靠性和安全性。设置参见15D501图集。

2.5 户外设备的防雷措施

2.5.1 露天变电站、半露天变电站,户外交流电气装置、构架、支架的防雷措施参见GB/T 50064-2014中第5章"雷电过电压及保护"的相关规定。

2.5.2 户外燃料油储存设备的防雷措施参见现行国家标准《石油库设计规范》GB/T 50074-2002的相关规定。




2.5.3 露天石油化工装置的防雷设计应符合现行国家标准《石油化工装置防雷设计规范》GB 50650-2011的相关规定。化工、化纤的露天装置防雷设计可参考执行。

2.5.4 化工、石油化工、化纤、空分等露天布置的塔、容器等,当顶板厚度等于或大于4mm时,可不设接闪器保护,但必须设防雷接地。

2.5.5 露天甲B、乙类可燃液体地上固定顶罐,当顶板厚度小于4mm时,应装设接闪器,其保护范围应包括整个储罐。

2.5.6 露天丙类液体储罐可不设接闪器,但应设防感应雷接地。

2.5.7 露天浮顶罐及内浮顶罐可不设接闪器,但应将浮顶与罐体用两根截面不小于 25mm^2 的软铜线作电气连接。

防雷设计							图集号	15D500		
审核	孙 兰		校对	徐玲献		设计	李道本		页	21

2.5.8 露天压力储罐不设接闪器,但应做接地。

2.5.9 露天设备及装置应依据其运行工况、布置特点、气象环境等因素确定其防雷设计,并应符合相关行业的国家现行标准规范。

2.6 建筑物外部防雷装置要求

2.6.1 防雷装置使用的材料及连接件的最小截面应符合GB 50057—2010中第5.1节的要求。做法参见15D501图集。

2.6.2 防雷装置接闪器的材质、结构、最小截面、固定支架的最大间距、固定支架高度的最小值及防腐要求应符合GB 50057—2010中第5.2节的规定。做法参见15D501、15D503图集。

2.6.3 不得利用安装在接受无线电广播电视天线杆顶的接闪器保护建筑物。

2.6.4 引下线的材质、结构、最小截面、固定支架的最大间距、断接卡的设置、防机械损伤措施应符合GB 50057—2010中第5.2节的规定。做法参见15D501、15D503图集。

2.6.5 防雷装置的接地装置应与保护接地、防静电接地、功能接地综合考虑。共用接地配置系统其接地电阻应符合国家现行标准规范的规定;仅建筑物外部防雷装置应符合GB 50057—2010的规定。

2.7 其他、注意事项

2.7.1 防雷设计方案及做法应符合实际环境、节能节材及可操作性的原则。

2.7.2 依据周围环境及气象资料,防雷建筑物部分不可能遭受直击雷时,可不采取防直击雷措施。仅按其防雷分类采取防闪电感应和防闪电电涌侵入的措施。

2.7.3 固定在建筑物上的节日彩灯、航空障碍信号灯及其他用电设备和线路应根据建筑物的防雷分类采取相应的防闪电电涌侵入的措施,并符合GB 50057—2010中第4.5.4条的规定。

2.7.4 第二、三类防雷建筑物在符合GB 50057—2010规定的前提下,应尽量利用建筑物金属体作接闪器、引下线、接地极。

2.7.5 设计的防雷装置具有可操作性。

2.8 相关专业互提资料

2.8.1 防雷设计涉及向建筑、结构专业提预留、预埋及利用建筑物金属体、构件、焊接、螺栓连接的条件。

2.8.2 防雷设计涉及暖通专业向电气专业提排放气体介质工况、突出屋面的金属设备、构件、管道及进出建筑物管道等的条件。

2.8.3 防雷设计涉及给排水专业向电气专业提突出屋面的金属设备及构件、管道及进出建筑物管道等的条件。

2.8.4 防雷设计及涉工艺专业向电气专业提爆炸危险环境区域划分及介质工况;突出屋面的金属设备、构件、管道及进出建筑物管道等的条件;露天装置、设备的材质、壁厚、高度及布置等设计条件。

防雷设计

图集号

15D500

审核

孙 兰

校对

徐玲献

设计

李道本

页

22

3 接地设计

3.1 收集相关资料

3.1.1 收集设计项目可用于作为接地装置的利用建筑物、构筑物基础内金属体及建筑物户外的自然接地极等相关资料。

3.1.2 收集工程项目高压系统接地方式、低压配电系统接地型式的资料。

3.1.3 收集工程项目供电、变电、配电系统的设备、构架等的布置及相关机房；布线系统做法及电缆敷设技术夹层、竖井尺寸和布置；高压、低压发电设备的技术数据、布置及机房；用电设备及控制设备的布置及机房等资料。

3.1.4 收集工程项目中爆炸危险环境、火灾危险环境、防静电、防腐场所等相关条件和资料。

3.1.5 收集工程项目各子项防雷工程对接地配置要求的资料。

3.1.6 收集工程项目各子项的接地网、腐蚀介质、地形地貌、土壤等资料。

3.1.7 收集工程项目所在地的相关规定、法规及公用电网部门电力系统接地的要求和做法。

3.2 接地的分类

接地一般分为保护性接地和功能性接地。保护性接地包括：防电击接地、防雷接地、防静电接地、防电蚀接地；功能性接地包括：工作接地、逻辑接地、屏蔽接地、信号接地。

3.2.1 防电击接地。为了防止电气设备绝缘损坏或产生漏电流时，使平时不带电的外露导电部分带电而导致电击，将设备的外露导电部分接地，称为防电击接地。这种接地通过保护接地导体(PE)、保护联结导体、接地导体、接地装置泄流。

3.2.2 防雷接地。将雷电流导入大地，防止雷电流使人身受到电击或财产受到破坏。这种接地通过接闪器引下线、接地装置泄流。

3.2.3 防静电接地。将静电荷引入大地，防止由于静电积聚对人体和设备造成危害。特别是目前电子设备中集成电路用得很多，而集成电路容易受到静电作用产生故障，接地后可防止集成电路的损坏。这种接地通过静电接地导体、接地装置泄流。

3.2.4 防电蚀接地。防止地下铠装电缆、接地极、金属管道等受到电蚀。这种接地通过地下埋设金属体作为牺牲阳极或阴极，保护电蚀对象。

3.2.5 工作接地。为了保证电力系统的正常运行，防止系统振荡，保证继电保护的可靠性，交直流电力系统应在适当的地方进行接地。低压配电系统交流一般为中性点，直流一般为中间点、中间导体或极导体。这种接地通过中性导体(N)、保护接地中性导体(PEN)、中间导体(PEM)或M导体、极导体进行接地。

3.2.6 逻辑接地。电子设备的参考(基准)电位。一般采用电子设备的金属底板作为参考电位的“逻辑地”。逻辑接地是电子设备内部完成的。常将逻辑接地及信号接地统称为直流地。机器逻辑地，也叫主机电

接地设计

图集号

15D500

审核

孙 兰

设计

李道本

页

23

源地,是计算机内部的逻辑电平负端公共地,也是+5V等电源的输出地。

3.2.7 屏蔽接地。将电气干扰源引入大地,抑制外来电磁干扰对电子设备的影响,也可减少电子设备产生的干扰影响其他电子设备。

3.2.8 信号接地。为保证信号具有稳定的基准电位而设置的接地。

3.3 接地型式的要求

3.3.1 TN低压配电系统的接地型式。

1 单电源的TN系统在电源处应有一点直接接地,装置的外露可导电部分应经PE接到接地点。

2 TN-S系统中的PE导体可另外增设接地。

3 TN-C-S系统中配电系统的PEN和装置的PE导体可另外增设接地。

4 TN-C-S系统中装置的PEN导体可另外增设接地。

5 多电源的TN系统和对用电设备采用单独的PE和N的多电源TN-C-S系统不应在变压器的中性点或发电机的星点直接接地;变压器的中性点或发电机的星点之间相互连接的导体应绝缘,且不得将其与用电设备连接;电源中性点间互相连接的导体与PE之间应只一点连接,并应设置在总配电屏内;装置的PE可另外增设接地。

6 示意图见14D504图集。

3.3.2 TT低压配电系统的接地型式。

1 TT系统应只一点直接连地,装置的外露可导电部分应接到在电气

独立于电源系统接地的接地极上,低压电源系统接地严禁与该系统的保护接地共用接地配置;装置的PE可另外增设接地。

2 TT系统配电线路由同一电击防护保护电器保护的外露可导电部分,应经保护接地导体(PE)接至共用的接地极,建筑物内电气装置应采用总等电位联结系统。当有多级保护时,各级宜有各自的接地极。

3 示意图见14D504图集。

3.3.3 IT低压配电系统的接地型式。

1 IT电源系统的所有带电部分与地隔离,或某一点通过高阻抗接地,低压电源系统接地严禁与该系统的保护接地共用接地配置。

2 电气装置的外露可导电部分应被单独地或集中地接地,建筑物内电气装置应采用总等电位联结系统;装置的PE可另外增设接地。

3 示意图见14D504图集。




3.3.4 防静电接地。

1 静电接地的主要作用是泄漏和导走带电物体上的静电荷。防止静电放电及引燃可燃物造成危害的措施涉及工艺、总图布置、建筑、储运、配管、设备、电气等专业。

2 应采取静电接地的场所。

1) 对爆炸危险环境、火灾危险环境可能产生静电危害的场所;

2) 因其带静电妨碍生产操作、影响产品质量或使人体产生静电电击的场所;

接地设计							图集号	15D500
审核	孙 兰		校对	徐玲献		设计	李道本	
							页	24

3) 在生产、储运过程中的器件或物料,彼此紧密接触后又迅速分离,而可能产生静电危害的场所。

3 金属导体已与防雷、保护接地、防杂散电流、电磁屏蔽等的接地系统有电气连接时;埋入地下的金属构造物、金属配管、建筑物的钢筋等金属导体间有紧密的机械连接,并在任何情况下金属接触面间有足够的静电导通性能时;金属管段已做阴极保护时,可不采取专用的静电接地措施(计算机、电子仪器等除外)。

4 静电导体应采用金属导体进行直接接地。人体与移动式设备应采用非金属导电材料或防静电材料以及防静电制品进行间接静电接地。静电非导体应间接静电接地外,尚应配合其他的防静电措施。

5 静电系统静电接地电阻值不应大于 $10^6\Omega$,专用的静电接地体的对地电阻值不应大于 100Ω ,在山区等土壤电阻率较高的地区,其对地电阻值不应大于 1000Ω 。

6 当其他接地装置兼作静电接地时,其接地电阻值应根据该接地装置的要求确定。

7 静电接地干线布置应根据设备、管道静电接地的连接点规划和设计;静电接地干线在装置内宜闭合环形布置,不同标高的接地干线之间至少应有两处连接;静电接地干线应充分利用自然接地体和保护接地母线,并综合考虑统一布置。静电接地干线和接地体用钢材的最小规格见下表。

静电接地干线和接地体用钢材的最小规格

名称	单位	规格	
		地上	地下
扁钢	截面积 mm^2	100	160
	厚度 mm	4(5)	4(5)
圆钢	直径 mm	12(14)	14
角钢	规格 mm		50×5
钢管	直径 mm		50

注:括号内数字为2类腐蚀环境中用钢材的推荐规格。

8 直流回路的专用接地干线、整流站各级电压的交直流保护接地系统、照明回路和三相四线制的N导体、防雷引下线(兼有引流作用的金属设备本体除外)不得兼用于静电接地的连接线。

9 在设备、管道的一定位置上应设置静电接地连接端子,作为静电接地的连接点;静电接地支线和连接线应具有足够机械强度、耐腐蚀和不易断线的多股金属线或金属体,静电接地端子的设置和与接地干线连接由相关专业负责,做法见14D504图集;静电接地线的最小规格见下表。

静电接地支线、连接线的最小规格

设备类型	接地支线	连接线
固定设备	16 mm^2 多股铜芯电线	6 mm^2 铜芯软绞线 或软铜编织线
	$\Phi 8\text{mm}$ 镀锌圆钢	
	12×4(mm)镀锌扁钢	
大型移动设备	16 mm^2 铜芯软绞线或橡套铜芯软电缆	—
一般移动设备	10 mm^2 铜芯软绞线或橡套铜芯软电缆	—
振动和频繁移动的器件	6 mm^2 铜芯软绞线	—

接地设计

接地设计						图集号	15D500
审核	孙兰	校对	徐玲献	设计	李道本	页	25

10 防静电设计应符合国家标准《防止静电事故通用导则》GB 12158-2006的相关规定。静电接地设计可参照行业标准《石油化工静电接地设计规范》SH 3097-2000、《化工企业静电接地设计规范》HG/T 20675-1999的规定执行。

3.3.5 直流地。

1 直流供电电源的地称为直流地。

2 直流系统的接地型式和交流系统的接地型式一样,分为TN-S、TN-C、TN-C-S、TT和IT系统。直流系统应依据其工作特性、电击防护的要求来确定接地型式(目前电力工程直流操动电源一般采用DC220V和DC110V,数据中心直流电源一般采用DC240V和DC336V,消防应急照明和疏散指示系统直流电源一般采用DC24V,通信系统直流电源一般采用DC48V)。

3 二线制直流系统为避免极导体和接地系统产生腐蚀效应,应根据极导体和接地系统的敷设环境及工作特点,确定是将正极接地还是将负极接地。

4 示意图见14D504图集。

3.3.6 UPS输出配电系统的接地。

1 三相UPS输出配电系统的中性导体(N)不经隔离变压器接出时,其配出线路应在3m范围内设置保护电器。

2 UPS输出配电系统接地型式采用TN型式时,电击防护的故障保护

宜采用过电流保护兼作。

3 UPS输出配电系统接地型式的转换及采用隔离变压器的做法可参见14D504图集。

3.4 接地做法

3.4.1 接地极。

1 接地极可采用埋在地下混凝土(预应力混凝土除外)内焊接的钢筋、嵌入地基的地下金属结构网、垂直或水平埋入土壤内的棒、线、条、管、板或接地极模块;符合当地条件或要求所设电缆的金属护套和其他金属护层;符合当地条件或要求所设置的其他适用的地下金属网。各接地极的做法见14D504图集。

2 民用建筑接地极应尽可能利用建筑物、构筑物基础内金属体及建筑物户外地下的金属体等自然接地极。配电站、变电站、发电站为独立建筑时及户外预装式变电站、露天或半露天变电站的接地网除利用自然接地极外,应敷设以水平接地极为主的人工接地网。人工接地网的外缘应闭合。对于20kV及以下变电站和配电站,当采用建筑物的基础作接地极,且接地电阻满足规定值时,可不另设人工接地。用于输送可燃液体或气体的金属管道不应用作接地极。采用阴极保护且由TT系统供电的单台电气设备的外露可导电部分与可燃液体或气体的金属管道直接连接,则该管道可作为该设备的专用接地极。

3 应根据工程项目的土壤条件和所要求的接地电阻值,选择一个或

接地设计							图集号	15D500
审核	孙兰	张	校对	徐玲献	张	设计	李道本	页
								26

多个接地极。

4 人工接地极的材质、尺寸应满足耐腐蚀和机械强度的要求,见14D504图集。接地网的防腐设计宜按工程所在地的腐蚀数据进行,其使用年限应与其工程地面部分一致。

5 接地极、接地网、相互连接部件应采用热熔焊(放热焊接)、压力连接、夹具或适合的机械连接器连接。

3.4.2 接地网。

1 接地网包括接地极及其相互连接部分。

2 接地极的做法见第3.4.1条,与其连接的接地导体做法见第3.4.3条。

3.4.3 接地体/接地导体/接地线。

1 接地导体材质不应采用铝。采用铜时,其截面积不应小于 6mm^2 ,采用钢时,其截面积不应小于 50mm^2 。防雷保护装置至接地极的接地导体,其截面积铜不应小于 16mm^2 ,钢不应小于 50mm^2 。

2 对于TT系统,接地导体应依据接地故障电流热稳定校验选用其截面积。预期TN系统、IT系统故障电流不流经接地导体,接地导体截面积和特性应按照14D504第11页表1确定。

3 铜或铜覆钢材的接地导体连接应采用放热焊接方式;钢接地导体的连接可采用搭接焊接方式、螺栓连接方式。做法见14D504。

4 接地导体与接地极均为铜或铜覆钢材/或其中一个为铜,应采用放

热焊接方式连接。做法见14D504图集。

5 与建筑物混凝土内钢筋或扁钢连接的人工接地导体和接地极,敷设在土壤中时宜采用铜制、镀铜钢或不锈钢导体。



6 接地导体与垂直接地极的连接,应提供连接处的检验和更换垂直接地极的措施。

3.4.4 总接地端子/总接地母线。

1 采用保护等电位联结的每个电气装置中均应设置总接地端子。保护联结导体、保护接地导体、接地导体、功能接地导体与其连接。接到总接地端子上的每根导体连接应牢固可靠,并能单独地拆开。配置多个总接地端子的场所,其总接地端子应相互连接。

2 国家标准GB/T 2900.71-2008中“总接地端子”和“总接地母线”的定义相同;在国家标准GB/T 16895.10-2010中规定“当为功能目的而设置接地母线时,可将建筑物内的总接地端子(MET)的延伸作接地母线。”;GB/T 50065-2011中的接地母线用于电气装置外露可导电保护接地和保护等电位联结,或保护等电位联结,或保护接地的接地连接;接地母线作为等电位联结网时可按联结环形网络设置。变电站内沿墙或电缆桥架设置的接地母线视为总接地端子的延伸,用于功能接地、保护等电位联结、保护接地导体接地连接。其他场所的接地母线用于与保护等电位联结、保护接地导体及共用的接地连接。

3 接地母线的效能取决于其路由和采用导体的阻抗。作为保护联结

接地设计						图集号	15D500
审核	孙 兰		校对	徐玲献		设计	李道本
						页	27

导体,对于容量为每相电流大于200A的装置,其接地母线的截面积铜不应小于 50mm^2 。

4 接地母线用作直流返回电流通路一部分时,截面应根据返回电流确定其尺寸。每一用作直流配电返回导体的接地母线的最大直流电压降应小于1V。

5 接地母线根据接地型式及对电磁兼容的要求可为裸露的或绝缘的。接地母线例如电缆桥架,推荐沿全部长度上明敷,并可接近的方式安装。裸导体在支撑处及贯穿墙体处为防止腐蚀应采取必要措施。

3.4.5 接地干线/接地母线。

1 “接地干线”和“接地母线”中文不同,英文一样,用途相同(见本图集术语2.12-2)。

2 接地干线是“总接地端子/总接地母线”的延伸。主要应用于供配电系统、智能化系统和等电位联结。一般设计安装在电气竖井、变配电室、发电设备机房、用电设备机房、智能化系统机房等场所。

3 当接地干线用于供配电系统的功能接地导体及保护接地导体时,接地干线的导体截面积应满足短路时故障电流的热稳定要求。

4 当接地干线用于智能化系统的功能接地导体时,接地干线的导体截面积按照国家现行标准选择。

5 当接地干线仅用作保护等电位联结导体时,接地干线的导体截面积应按照等电位联结导体截面积的规定选择。

6 当接地干线同时用于供配电系统、智能化系统和等电位联结时,接地干线的导体截面积应按照满足预期短路电流热稳定校验值选择。

3.4.6 保护导体。

1 保护导体包括保护联结导体、保护接地导体和接地导体。

2 供电变压器设置在建筑物外,其低压采用TN系统时,低压线路在引入建筑物处,PE或PEN应重复接地,接地电阻不宜超过 10Ω 。

3 电气装置的保护接地导体应单独与接地干线或PE干线相连接,严禁电气装置间的保护接地导体串联。

3.4.7 接地装置。

1 第一类防雷建筑物及露天变电、配电设备及构架的防雷设独立接闪杆、架空接闪线或架空接闪网应设独立接地极或接地网。第二类防雷建筑物、第三类防雷建筑物的接地配置可与防静电、功能接地、保护接地等共用接地配置系统。

2 同一建筑物,供电变压器的高压侧为中性点不接地系统、中性点消弧线圈接地系统及变压器的保护接地电阻符合式 $R \leq 50/I$ 的要求(且不大于 4Ω),建筑物内的电气装置采用含建筑物钢筋的保护总等电位联结系统时,变压器低压侧中性点的功能接地可与其保护接地共用接地装置。示意图见14D504。

3 同一建筑物,供电变压器的高压侧为中性点低电阻接地系统及变压器的保护接地电阻符合公式 $R \leq 50/I$ 的要求(且不大于 4Ω),建筑

接地设计							图集号	15D500
审核	孙 兰	设计	李道本	校对	徐玲献	页	28	

物内的低压配电系统采用TN型式，同时采用含建筑物钢筋的保护总等电位联结系统时，变压器低压侧中性点的功能接地可与其保护接地共用接地装置。

4 同一建筑物，供电变压器的高压侧为中性点低电阻接地系统及变压器的保护接地电阻符合公式 $R \leq 50 / I$ 的要求（且不大于 4Ω ），建筑物内的低压配电系统采用TN型式，或采用TT、IT型式，但未采用含建筑物钢筋的保护总等电位联结系统时，变压器低压侧中性点的功能接地严禁与其保护接地共用接地装置。

5 变电站与其低压供电的建筑物是相互独立的建筑物，且两个建筑物之间没有钢筋或导体相连。变电站变压器的高压侧采用中性点低电阻接地系统及变压器的保护接地电阻符合公式 $R \leq 50 / I$ 的要求（且不大于 4Ω ），虽低压供电的建筑物采用了TN型式，也采用了含建筑物钢筋的保护总等电位联结系统，但变电站变压器低压侧中性点的功能接地必须与保护接地分开，独立设置功能接地装置。示意图见D504图集。

3.4.8 接地电阻。

1 电力系统接地的接地电阻值计算应符合现行国家标准GB/T 50065、GB 16895.3的相关规定。低压系统电源功能接地、保护接地、防雷接地、防静电接地、弱电系统的功能接地共用同一接地装置时,接地电阻应满足所采用接地系统的最低值要求。

2 当自然接地体或人工接地体满足不了接地电阻值要求时,可采用降

阻剂。

3.5 相关专业互提资料

3.5.1 接地极利用建筑物的基础金属体、钢结构、金属构件及埋入基础下土壤内等，需向建筑、结构专业提预留、预埋的条件。

3.5.2 保护等电位联结、保护接地、静电设计涉及给排水、暖通、动力、管道、工艺、储运等专业的金属设备及构件、管道等的接地部位位置及连接方式向电气专业提条件。

3.5.3 接地网、接地母线、防静电干线的规划和设计需与变配电系统、动力及照明系统、布线系统、数据处理系统、弱电系统、雷电防护、静电防护、防爆及火灾防护、生产工艺特性设计密切配合。

3.6 其他、注意事项

4 等电位设计




4.1 收集相关资料

4.1.1 收集设计项目可用于等电位系统利用建筑物、构筑物内金属体的结构、建筑等相关资料。

4.1.2 收集工程项目电缆（电线）布线系统的资料。

4.1.3 收集工程项目中各专业要求设置保护等电位、功能等电位、辅助等电位、局部等电位、防雷电等电位、防静电等电位及特殊装置或场所等电位要求区域等相关条件和资料。

4.1.4 收集工程项目高、低压系统的中性点接地方式。

等电位设计							图集号	15D500		
审核	孙 兰		校对	徐玲献		设计	李道本		页	29

4.1.5 收集露天及户内装置、设备的布置(立面、平面)资料和接地位置预留等资料。

4.2 等电位连接/联结的类别

4.2.1 建筑物的等电位连接/联结分为保护等电位连接/联结和功能等电位联结:

1 保护等电位连接/联结是为了保障人身及设备安全设置的,如防雷击的应做防雷等电位连接,防电击的应做防电击等电位联结,防静电的应做防静电等电位联结。

2 功能等电位联结是为了维护系统正常运行设置的,如弱电系统防电磁干扰和防连接导体阻抗无穷大所做的等电位联结。

4.2.2 防雷等电位连接是将建筑(构筑)物分开的诸金属物体直接用连接导体或经电涌保护器连接到防雷装置上以减小雷电流流经时引发的电位差。防雷等电位连接的场所和金属物体如下:

1 《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010强制性条文第4.1.2条。

2 《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010第6.3节“屏蔽、接地和等电位连接的要求”。

3 本图集防雷部分。

4 15D503图集相关部分。

4.2.3 防电击等电位联结是将多个可导电部分之间为达到等电位进行的

联结。防电击等电位联结主要应用如下:

1 高压配电装置、低压系统的等电位联结做法应符合GB/T 50065-2011的相关规定。

2 因高压系统接地故障和低压系统故障引起的低压装置暂时过电压的防护。

3 变电站接地网的均压带。

4 建筑物内的总等电位联结。

5 电气装置的外露可导电部分的等电位联结。

6 TN、TT系统单相接地保护满足不了切断电源要求时采取的局部等电位联结或辅助等电位联结。

7 特殊装置或场所应用的辅助等电位联结。

8 15D502图集。

4.2.4 降低电磁干扰(EMI)的等电位联结应用措施:

1 电缆的金属护套与共用联结网(CBN)连接。

2 信号和数据屏蔽电缆设一根加强屏蔽作用的旁路等电位联结导体。

3 电子设备直流电源接地端的接地导体与等电位联结网络连接。

4.2.5 石油化工、易燃易爆环境静电防护等电位联结并接地的要求如下:

1 储罐内各金属构件(搅拌器、升降器、仪表管道、金属浮体等)必须与罐体等电位连接并接地。

等电位设计

图集号

15D500

审核

孙兰

校对

徐玲献

设计

李道本

页

30

2 工艺管道的加热伴管，应在伴管进汽口、回水口处与工艺管道等电位连接。

3 粉体加工与储运设备的金属和非金属导体容器以及附近的所有金属设备（包括料管）应等电位连接并接地，用导电材料作漏、斜槽等填充装置将其与容器等电位连接后接地，粉体筛分、研磨、混合部分所有导电部分应等电位连接并接地，粉尘分离器中所有导体部分（包括过滤器支撑柱头、框架）应等电位连接并接地。

4 气体与蒸汽的喷出设备上所有的导电部件应进行等电位连接并接地，蒸汽（气体）清洗储罐等设备的喷射器应与被喷物以及周围的金属体等电位连接并接地。

5 石油化工装置的防止静电事故等电位联结并接地措施还应符合《石油化工静电接地设计规范》SH 3097的相关规定，类似装置可参考该规范设计。

4.3 等电位连接/联结的做法

4.3.1 建筑（构筑）物的电力和弱电/智能化系统电缆宜在同一点与水、热力、煤气等金属管道引入建筑物，做法见15D502图集。金属管道和电缆的铠装应采用低阻抗导体与总接地端子连接，做法见15D502图集和14D504图集。

4.3.2 建筑（构筑）物的防雷等电位连接的做法见15D503图集。

4.3.3 建筑物建议按楼层或功能单元设置等电位联结系统。各等电位联

结系统宜至少用导体连接两次。做法见15D502图集。

4.3.4 电击防护的故障保护最长切断电源时间不能满足GB 50054—2011要求时，应按照该规范第5.2.5条的规定，将可导电部分再做一次局部等电位联结，或在伸臂范围内同时触及的两个可导电部分做辅助等电位联结。做法见15D502图集。

4.3.5 低压电气装置采用电击防护的故障保护时，建筑物内电气装置应采用保护总等电位联结系统。做法见14D504图集。

4.3.6 对于游泳池、喷水池、浴盆、淋浴盆、有桑拿浴加热器、狭窄的可导电、医疗的场所应根据国家现行标准规范的要求设置等电位联结。做法见15D502图集第18~25页。

4.3.7 根据建筑物内信息技术和电子设备、电气设备、布线系统的布置和建筑、结构的特点确定采用联结环形导体（BRC）形成的等电位联结网络、共用网状联结网、多星状/网状联结网或总接地端子星状联结网的网络类型。网络类型见15D502图集第26、27页。

4.3.8 联结环形导体（BRC）形成的等电位联结网络，专门用作等电位的联结网时，其导体的截面应符合等电位联结导体的截面规定要求；为保护接地导体和保护联结导体共用时，用于过电流保护的故障电流流经部分应按动、热稳定校验来确定截面。

4.3.9 电子设备用于各建筑物间的通信和数据交换时，各建筑物的等电位联结网宜连接到同一总接地端子。做法见15D502图集第13、14页。

等电位设计							图集号	15D500	
审核	孙兰	张	校对	徐玲献	张玲献	设计	李道本	页	31

4.3.10 防雷等电位连接一般选用钢材质,可采用搭接焊接方式或螺栓连接。

4.3.11 防电击等电位联结、防静电等电位联结、防电磁干扰电位联结一般选用铜材质,可采用电焊或铜焊、压力连接、螺栓连接。

4.3.12 保护联结导体的选择及要求如下:

1 接到总接地端子/总接地母线的保护联结导体,其截面积应满足下列要求:

1) 当采用的保护接地导体(PE)大于等于铜 50mm^2 时,保护联结导体截面积为 25mm^2 ;

2) 当采用的保护接地导体(PE)小于铜 50mm^2 时,保护联结导体截面积不应小于保护接地导体(PE)最大截面积的一半,且不应小于铜 6mm^2 或铝 16mm^2 或钢 50mm^2 ;

2 局部等电位联结和辅助等电位联结导体的截面积选择见15D502

第7页表1。

3 由于高频集肤效应,高频等电位联结导体应采用宽而薄的金属带,宽度与厚度之比宜为5:1。

4.4 相关专业互提资料

4.4.1 等电位联结系统可能涉及利用建筑物的金属体、钢结构、金属构件及暗敷等电位网络等,需向建筑、结构专业提预留、预埋及利用建筑物金属体、构件的焊接、螺栓连接的条件。

4.4.2 等电位联结系统设计涉及给排水专业、暖通专业的金属设备及构件、管道等的接地部位的位置及连接方式向电气专业提条件。

4.4.3 等电位联结系统的规划和设计需与变配电系统、动力及照明系统、布线系统、数据处理系统、弱电系统、雷电防护、静电防护、防爆、火灾防护、生产工艺特性设计密切配合。

等电位设计

图集号

15D500

审核 孙 兰

校对 徐玲献

设计 李道本

页

32

页

32

施 工 要 点

1 基本要求

1.0.1 防雷与接地的施工应按已批准的施工图设计文件执行。

1.0.2 防雷与接地所采用的材料、设备应符合相关技术标准及制造标准的规定；新材料、新设备应有国家认可检测机构出具的检验报告,并由有资质的单位鉴定合格。

1.0.3 防雷与接地工程隐蔽前应进行验收。

1.0.4 除设计特别要求外,防雷与接地的施工严禁在承力钢结构上热加工连接。

1.0.5 防雷与接地采用螺栓连接时应压接牢固,防松装置应齐全。

1.0.6 直接埋入土壤中的接地装置应采用焊接。

1.0.7 防雷与接地的焊接应符合右表的规定。

1.0.8 防雷与接地采用的钢制螺栓、垫圈、螺母应进行热镀锌处理。

1.0.9 防雷与接地装置跨越建筑变形缝处时,应有补偿措施。

2 接地装置施工要点

2.1 自然接地体

2.1.1 利用建筑物基础内钢筋作自然接地体时,钢筋与钢筋的链接,应采用土建施工的绑扎法或螺丝扣连接或熔焊连接。作为防雷接地与电气装置接地共用的自然接地体,电气装置的接地线与自然接地体应采用熔焊连接。

2.1.2 当既利用建筑物基础钢筋,还利用其他桩基(如抗拔桩、抗压桩

及护坡桩等)作为自然接地体时,应按设计要求,将各部分进行可靠连接。当设计对利用其他桩基的数量无具体要求时,应本着尽量多的原则进行利用。连接采用圆钢时,直径不应小于10mm;采用扁钢时,截面积不应小于 90mm^2 ,且厚度不应小于3mm。

2.1.3 当接地装置采用熔焊连接时,应采用搭接焊,焊接长度应符合下表的规定:

接地装置焊接长度及要求

连接方式	焊接长度	焊接要求
圆钢与圆钢、扁钢、角钢、钢管	不应小于圆钢直径的6倍	双面施焊
扁钢与扁钢	不应小于圆钢直径的2倍	不少于3面施焊
扁钢与角钢	紧贴角钢外侧两面,上下两侧施焊	
扁钢与钢管	紧贴3/4钢管表面,上下两侧施焊	

2.1.4 当设计要求基础底板的钢筋按柱距形成网格时,纵横钢筋应进行跨接,应采用直径不小于10mm的圆钢进行焊接或卡夹(接)器连接。

2.1.5 当基础底板的底层钢筋与上层钢筋需要跨接时,应采用直径不小于10mm的圆钢进行焊接或卡夹(接)器连接。

2.1.6 基础底板的钢筋与作为引下线的钢筋应进行跨接,应采用直径不小于10mm的圆钢进行焊接或卡夹(接)器连接或绑扎;基础底板的钢筋与作为专用引下线(间距18或25m)的钢筋应进行跨接,应采用直径

施工要点

图集号

15D500

审核

孙兰

汪浩

汪浩

汪浩

设计

周卫新

周卫新

周卫新

页

33

术 语	不小于10mm的圆钢进行焊接。										术 语																								
	2.1.7 混凝土内的钢筋焊接后,应将药皮清理干净,焊接处不需要做防腐处理。																																		
设计要点	2.2 人工接地体										设计要点																								
	2.2.1 接地装置顶面埋深不应小于0.6m,当仅用于防雷系统时,不应小于0.5m,且应在冻土层以下。																																		
施工要点	2.2.2 圆钢、角钢、钢管、铜棒、铜管等接地极应垂直埋入地下,间距不宜小于5m;人工接地体与建筑外墙、基础或散水坡的最外沿之间的水平距离不宜小于1m(见14D504图集)。										施工要点																								
	2.2.3 当垂直接地极与水平接地体采用钢导体时,应采用熔焊连接,焊接质量应符合本要点第2.1.3条的规定,焊接处应采用沥青防腐等处理措施;当采用铜导体时,铜导体与铜导体之间应采用放热焊接,接头应无贯穿性气孔。当接地装置既有钢导体,也有铜导体时,其连接也应采用放热焊接。																																		
示例及数据	2.2.4 采用降阻措施的接地装置应被降阻剂所包覆,包覆的尺寸应符合降阻剂产品技术文件的要求。										示例及数据																								
	2.2.5 当接地装置采用接地模块时,接地模块应与土壤紧密接触,接地模块引出线宜与其预留的引出线材质应相同,其连接应符合本要点第2.2.3条的规定。																																		
2.2.6 当接地装置采用电解离子接地极时,应按接地极尺寸挖好相应孔洞。将接地极放置好后,按产品技术文件要求在相应部位填好膨润土,再在相应部位填好降阻剂,并应采用材质相同的导体通过各接地极引出线使其连成一体。																																			
3 引下线施工要点																																			
3.0.1 引下线与接闪器的连接应可靠,应采用焊接或卡夹(接)器连接。引下线与接闪器连接的圆钢或扁钢,其截面积不应小于接闪器的截面积。																																			
3.0.2 当利用建筑物周边柱子钢筋做专用引下线时,接闪器应与建筑物周边柱子钢筋连接,柱距在6~9m时,可每隔一根柱子连接一次。接闪器与建筑物内部柱子的钢筋可不连接。																																			
3.0.3 当利用结构钢筋做专用引下线时,其位置、数量和规格应符合设计要求。																																			
3.0.4 当利用结构钢筋做引下线时,钢筋与钢筋的连接,可采用土建施工的绑扎法或螺丝扣连接或熔焊连接。																																			
3.0.5 当利用幕墙竖向龙骨做引下线时,竖向龙骨应具有可靠的贯通性。贯通性的竖向龙骨之间的间距不应大于3m。竖向龙骨的顶端和底端应与做防雷装置的钢筋进行连接。																																			
3.0.6 明敷的引下线采用热镀锌圆钢时,圆钢与圆钢的连接,可采用焊接或卡夹(接)器;明敷的引下线采用热镀锌扁钢时,可采用焊接或螺栓连接。																																			
3.0.7 明敷引下线应采用固定支架安装。固定支架应安装牢固,每个固																																			
<table><tr><td colspan="10">施工要点</td><td>图集号</td><td>15D500</td></tr><tr><td>审核</td><td>孙兰</td><td>汪浩</td><td>汪浩</td><td>设计</td><td>周卫新</td><td>周卫新</td><td>周卫新</td><td>周卫新</td><td>周卫新</td><td>周卫新</td><td>页</td><td>34</td></tr></table>											施工要点										图集号	15D500	审核	孙兰	汪浩	汪浩	设计	周卫新	周卫新	周卫新	周卫新	周卫新	周卫新	页	34
施工要点										图集号	15D500																								
审核	孙兰	汪浩	汪浩	设计	周卫新	周卫新	周卫新	周卫新	周卫新	周卫新	页	34																							

定支架应能承受49N的垂直拉力;固定支架的高度不宜小于150mm;固定支架的间距应均匀,且不宜大于下表的规定。

明敷引下线及接闪导体固定支架的间距 (mm)

布置方式	扁形导体固定 支架间距	圆形导体固定 支架间距
安装于水平面上的水平导体	500	1000
安装于垂直面上的水平导体		
安装于高于20m以上垂直 面上的垂直导体		
安装于地面至20m以下垂直 面上的垂直导体	1000	1000

3.0.8 根据GB 50303-2015第24.1.3条的要求,明敷引下线和利用结构钢筋做的**专用引下线**,与防雷接地装置或共用接地装置必须采用焊接或螺栓连接。

4 接闪器施工要点

4.0.1 接闪器的形式、位置应符合设计要求。

4.0.2 专用接闪杆的安装应牢固可靠。

4.0.3 接闪带的固定支架安装应牢固,每个固定支架应能承受49N的垂直拉力;固定支架的高度不宜小于150mm;固定支架的间距应均匀,且不宜大于上表的规定,拐弯处不宜大于0.3m。

4.0.4 接闪带的安装应牢固、平正顺直,无急弯。接闪带应设在外墙外表面(或屋檐)边垂线上,也可设在外墙外表面(或屋檐)垂直面外,可参见15D503。当设置的接闪带不能保护外墙角(或屋檐)时,可在接闪

带上向外焊出斜向接闪杆,接闪杆长度应达到能保护外墙角(或屋檐)的要求。当利用金属栏杆做接闪器时,也应同样处理。

4.0.5 接闪带在穿越建筑物变形缝处应设有补偿措施。

4.0.6 当采用金属屋面做接闪器时,板间的连接可采用螺钉、螺栓、卷边压接及焊接等形式。金属屋面板应与做防雷装置的金属型钢进行可靠连接,金属型钢应与防雷引下线进行可靠连接。金属屋面板的厚度应符合15D503规定。

4.0.7 当利用旗杆、栏杆等金属物做接闪器时,应与防雷引下线(或接闪器)焊接。

4.0.8 当设计要求屋面形成接闪网格时,网格连接处应采用搭接焊。焊接处应采用沥青防腐等处理措施。

5 等电位施工要点

5.1 等电位端子箱

5.1.1 等电位端子箱应采用制造厂的成品。

5.1.2 等电位端子箱内端子板应采用铜质材料,并应镀锡。

5.1.3 等电位端子箱顶、底板等应预留进线孔或敲落孔。

5.1.4 等电位端子箱的尺寸(长、宽、深)应符合设计要求,并应方便连接导体的引入及在端子板上进行螺栓压接操作。等电位端子箱的尺寸可参见15D502图集第28~34页。

5.1.5 总等电位端子箱内端子板截面积不应小于0.5×最大进线PE(或

施工要点

图集号

15D500

审核

孙兰

汪浩

汪浩

汪浩

汪浩

设计

周卫新

周卫新

页

35

PEN)线截面积,且厚度不宜小于4mm。端子板上的压接螺栓数量不应少于等电位联结线的根数。

5.1.6 局部等电位端子箱的尺寸(长×宽×深)不应小于135×75×50;当连接导体数量较多,尺寸应适当加大,并保证操作维护方便。

5.1.7 局部等电位端子板最小规格为20×3。

5.1.8 等电位端子箱应设置在便于测量及维护的部位。

5.2 总等电位

5.2.1 总等电位端子箱可采用墙上明装或暗装。

5.2.2 总等电位端子箱底边距地面不宜低于0.4m。

5.2.3 自接地体(基础钢筋)引至总等电位端子箱的接地线不应少于2根,当采用钢制接地线时,接地线的截面积不应小于 50mm^2 ,且厚度不小于3mm。本层钢筋网也应接至总等电位端子箱,当采用钢制联结线时,截面积不应小于 50mm^2 ,且厚度不小于3mm。

5.2.4 自总等电位端子箱引至进出建筑物的金属管道等处的联结线,当利用结构钢筋时,钢筋直径不应小于10mm,并且钢筋之间应采用焊接或螺纹连接方式。当在结构内单独敷设圆钢(或扁钢)时,截面积不应小于 50mm^2 ;采用扁钢时,厚度不应小于3mm;圆钢(或扁钢)之间的连接应采用焊接。钢制联结线与金属管道可采用抱箍法进行压接。参见15D502、14D504。

5.2.5 当一个建筑物设有多个总等电位时,各总等电位端子箱之间的联

结线截面积应符合本要点第5.2.4条的规定。

5.2.6 当设计要求设置内部环形导体时,环形导体的截面积应符合第本要点5.2.4条的规定。

5.3 辅助等电位

5.3.1 伸臂范围内(2.5m)的设备外露可导电部分之间以及设备外露可导电部分与外界可导电部分之间应按设计要求做辅助等电位联结。

5.3.2 辅助等电位联结线的选择应符合15D502第7页表1的规定。

5.4 局部等电位

5.4.1 浴室及具有洗浴功能的卫生间、楼层电气竖井、设备机房等应按设计要求设置局部等电位。设置局部等电位的场所,本层楼板钢筋网必须接至局部等电位端子板。

5.4.2 局部等电位端子箱宜暗装,底边距地高度宜为300~500mm。

5.4.3 局部等电位联结线的选择应符合15D502第7页表1的规定。当联结线采用导线暗敷设时,应穿绝缘导管进行保护;当暗敷的联结线与明敷设的金属管道联结时,应参考15D502图集的做法。自本层地板钢筋网引至端子箱的联结线进入端子箱的部分可采用镀锌扁钢。如浴室内有插座,其PE线应接至等电位端子排。

5.4.4 当浴室内所有设备水管采用塑料管材时,末端连接的金属物,如:散热器、地漏等可不进行等电位联结。其他孤立的金属物,如扶手、浴巾架等也可不进行等电位联结。

施工要点

图集号

15D500

审核 孙兰 汪浩 汪浩 汪浩 设计 周卫新 周卫新

页

36

5.4.5 电子信息系统机房等电位联结应按设计要求接成S型、M型或SM混合型。

当采用S型等电位连接时，应使用不小于 $25\text{mm}\times 3\text{mm}$ 的铜排作为等电位接地基准点。

当采用M型等电位联结时，应使用截面积不小于 25mm^2 的铜带或裸铜线做成等电位联结网格。当等电位网格四周设置等电位联结带时，等电位联结带应采用截面积不应小于 50mm^2 的铜带，等电位网格之间及与等电位联结带的连接应可靠，可采用焊接或压接。

机房内电气设备金属外壳、金属管槽等应就近与S型的等电位接地基准点或M型的网格可靠连接，连接线应采用截面积不小于 6mm^2 的铜芯软导线，其中与每台电子信息设备外壳的连接应采用不同长度的两根导线。

5.4.6 医疗场所等电位联结应按设计要求，将配电箱PE排、金属管道、装置外界可导电部分等连接至等电位端子板。

6 测试

6.0.1 接地装置应按设计要求设置测试点，测试点所用安装盒的尺寸不应小于 $150\times 150\times 100$ ，盒盖应有的明显标志。

接地装置接地电阻应采用接地电阻测试仪进行测试，接地电阻值应符合设计要求。

6.0.2 等电位施工完成后，应采用专用仪器进行导通性测试。

等电位箱门应有标志。

浴室、带洗浴功能的卫生间及1类医疗场所，局部等电位端子板与等电位联结范围内的金属管道等金属体之间的电阻不应大于 3Ω 。

2类医疗场所，局部等电位端子板与等电位联结范围内的金属体之间的电阻不应大于 0.2Ω 。

其他场所的局部等电位，端子板与等电位联结范围内的金属体之间的电阻不应大于 3Ω 。

施工要点

图集号

15D500

审核

孙兰



校对

汪浩



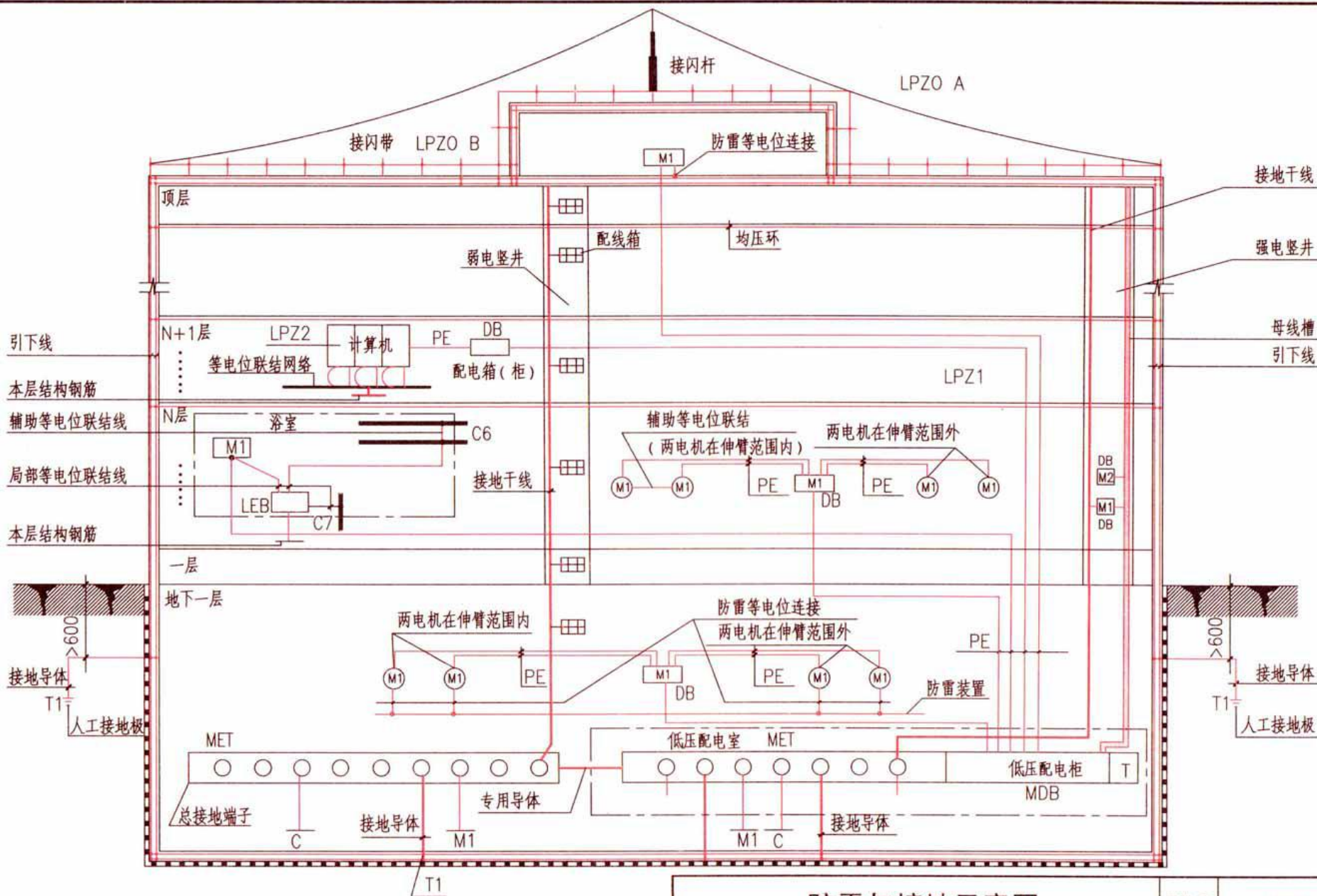
设计

周卫新



页

37



注：本页示意图说明详见本图集第39页。

防雷与接地示意图

图集号

15D500

审核 李道本

校对 孙 兰

设计 徐玲献

页

38

注:

1 建筑物内电气(包括强电、弱电/智能化)系统的防雷、等电位和接地要求,应符合国家现行相关工程建设标准的规定。也可参见本图集编制的设计与施工要点。

2 本示例的术语参见本图集第3~11页编制的术语部分。

3 防雷做如下说明:

3.1 本示例不包括第一类防雷建筑物。

3.2 接闪器的选择由设计人员根据规范及实际工程的情况进行确定,本图只是一个示例。

3.3 图中的引下线为与接闪器直接或可靠连接的利用建筑物结构钢筋做的专用引下线,与接闪器每隔一个6~9m柱网宜直接或可靠连接,见15D503图集编制说明。

3.3 电气装置及进出建筑物管线需做防雷等电位连接的要求见《建筑物防雷设计规范》GB 50057,也可参见本图集防雷设计要点。

3.4 高于60m的建筑物,其上部占高度20%并超过60m的部位应根据规范做防侧击雷保护措施。高于45m的建筑物,结构圈梁中的钢筋应每三层连接成闭合环路。

4 等电位做如下说明:

4.1 总等电位联结是利用总接地端子将建筑物钢筋、电气装置外露可导电部分、水管等外界可导电部分、保护导体等连接在一起。如工程需要,可将总接地端子沿建筑物周边连接成环网,与其就近连接的进出建筑物的电气线路(M1)、水管等外界可导电部分(C),可视为做了总等电位联结。

4.2 本图中总接地端子之间可用专用导体连接也可利用建筑物基础内的钢筋进行可靠连接,专用导体和利用的基础内钢筋电导要求应与总接地端子的电导要求一致。当为不同材质时,其连接点的焊接要求应满足施工要求。

4.3 信息网络(计算机)机房的局部等电位联结包括保护等电位联结和功能等电位联结,并要求接地。机房的接地干线根据设计要求可单独敷设,也可利用弱电竖井里的接地干线。接地干线每三层与本层钢筋连接。

4.4 电气装置的辅助等电位联结由设计人员根据保护装置的要求进行设置。本图提示当两台电机需要做防雷等电位连接又需要做辅助等电位联结时,可将两台电机只进行防雷等电位连接,但连接线的要求应满足辅助等电位连接线的要求。

5 接地做如下说明:

5.1 当利用建筑物基础钢筋做接地装置(T1)满足不了设计要求时,应补做人工接地极(T1)。

5.2 总接地端子宜有两处与接地装置(T1)可靠连接。变压器(T)低压侧的功能接地和保护接地及低压配电柜(MDB)的中性导体、保护接地导体与总接地端子的连接参见14D501《接地装置安装》第63~101页。

5.3 强电竖井里的接地干线根据设计要求,可作为保护接地导体,也可作为保护联结导体。设计选择可见本图集第28页接地设计要点。

6 本示意图因图幅限制,图中的尺寸不能按比例绘制。

7 图中图例说明:

本示例的符号尽量与IEC 60364-5-54:2011相关图中的符号一致,图例说明见本图集第40页。

M1-外露可导电部分(电气装置) LEB-局部等电位端子箱 [T]-变压器

M2-外露非导电部分(电气装置)

防雷与接地示意图

图集号

15D500

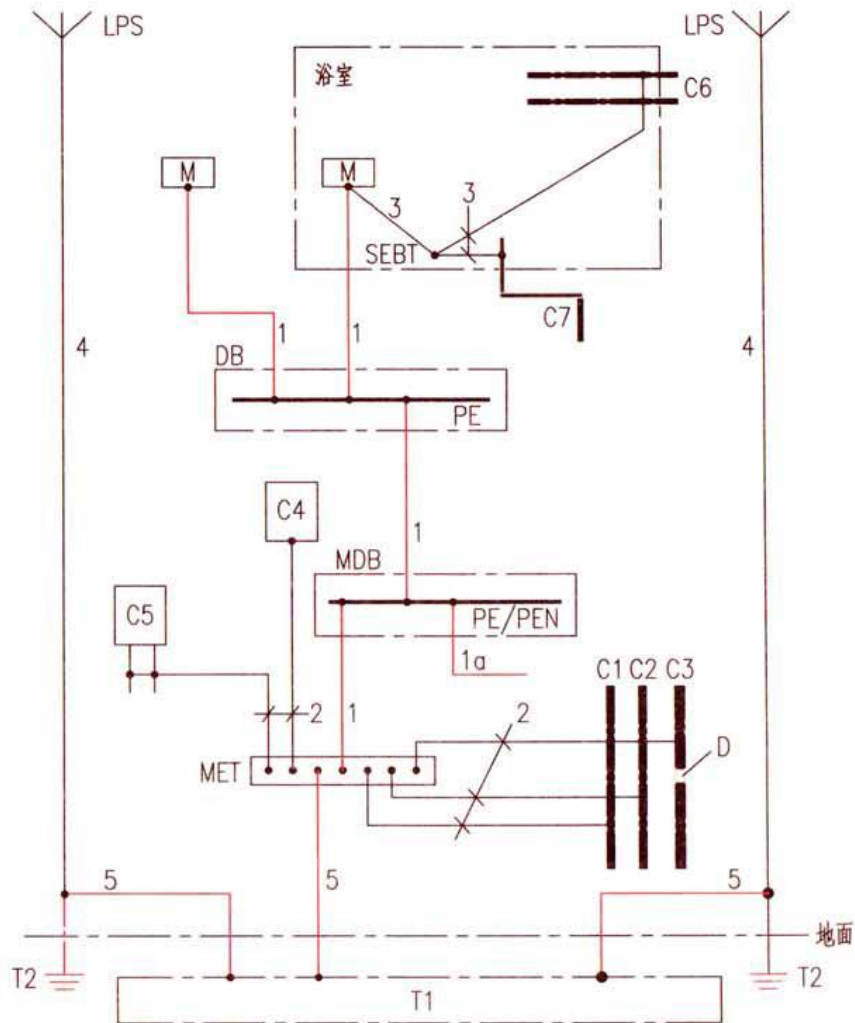
审核 李道本

校对 徐玲献

设计 孙兰

页

39



注：本图摘自《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》 IEC 60364-5-54:2011。

图例说明

C	外界可导电部分
C1	水管，引入的金属管
C2	排水管，引入的金属管
C3	插入绝缘段的燃气管，引入的金属管
C4	空调
C5	供热系统
C6	水管，如浴室里的金属水管
C7	排水管，如浴室里的金属水管
D	插入绝缘段
MDB	总配电盘
DB	配电盘
MET	总接地端子
SEBT	辅助等电位联结端子
T1	埋入混凝土基础内接地极或埋入土壤基础内接地极
T2	可能安装的防雷装置的接地极
LPS	可能安装的防雷装置
PE	配电盘内的PE端子（排）
PE/PEN	总配电盘内的PE/PEN端子（排）
M	外露可导电部分
1	保护接地导体（PE）
1a	如适用，来自供电网络的保护接地导体或PEN导体
2	连接到总接地端子的保护联结导体
3	辅助联结的保护联结导体
4	如适用，防雷装置引下线
5	接地导体

接地系统示例

图集号

15D500

审核 李道本

校对 丁杰

设计 徐玲献

页

40

单相接地故障电流测试方案

术
语

1 试验时间及地点

- 1.1 2015年6月,施耐德电气(中国)有限公司研发中心实验室。
- 1.2 2015年6月,常熟开关制造有限公司(原常熟开关厂)检测中心。
- 1.3 2015年8月,罗格朗低压电器(无锡)有限公司试验站。
- 1.4 2015年11月,常熟开关制造有限公司(原常熟开关厂)检测中心。

2 试验条件

- 2.1 预期电流5kA,电压AC230V,断路器短路动作时间100ms。
- 2.2 电缆:YJV 0.6/1KV -3×35mm²+2×16mm² 22m,2根。宝胜科技创新股份有限公司提供;NH-YJV-0.6/1kV-3×120+1×70,22m,2根。远东电缆有限公司提供。
- 2.3 扁钢:40×3.2,3根6m,1根3m,连接成21m。
- 2.4 钢管:DN40、DN65,3根6m,1根3m,连接成21m。
- 2.5 网格桥架:300×150、600×150,7根3m,组装成21m。罗格朗低压电器(无锡)有限公司提供。

3 试验电路及方案(钢管)

- 3.1 电缆穿钢管敷设(多芯电缆用3芯,L、N、PE),35mm²电缆穿DN40钢管;120mm²电缆穿DN65钢管。方案见第43页。
- 3.2 第42页**方案一**采用扁钢作为建筑物基础钢筋的电气通路,接地①为实验室的接地端子。钢管和扁钢的间距L为200mm和1000mm时,按方案1~方案4及其他方案分别测试接地故障电流数据。见第44、45页。

3.3 第42页**方案二**在采用扁钢作为建筑物基础钢筋的电气通路上,再连接实验室预留接地扁钢端子②。钢管和扁钢的间距L为200mm和1000mm时,按方案1、方案2及其他方案分别测试接地故障电流数据。见第47页。

3.4 第42页**方案三**在采用扁钢作为建筑物基础钢筋的电气通路上,再连接实验室配电箱里的保护接地端子③(即建筑物供电系统的接地端子)。钢管和扁钢的间距L为200mm和1000mm时,按方案1、方案2及其他方案分别测试接地故障电流数据。见第48页。

3.5 方案1~方案5的测试方案如下:

方案1: L、N、PE和钢管、扁钢在负荷末端处全部短接,Q1~Q5全合闸测试故障回流路径的电流数据。

方案2: N线不接(电流表PA₂无数据),L、PE、钢管和扁钢在负荷末端处短接,测试故障回流路径的电流数据(PE、钢管和扁钢回流)。

方案3: N、PE线不接(电流表PA₂、PA₃无数据),L和钢管、扁钢在负荷末端处短接,测试故障回流路径的电流数据(无PE专线,钢管和扁钢回流)。

方案4: N、钢管不接(电流表PA₂、PA₄无数据),L、PE和扁钢在负荷末端处短接,测试故障回流路径的电流数据(PE专线回流,扁钢回流)。

方案5: N、扁钢不接(电流表PA₂、PA₅无数据),L、PE和钢管在负荷末端处短接,测试故障回流路径的电流数据(PE、钢管回流)。

术
语

设计
要点

施工
要点

设计
要点

施工
要点

示例
及数据

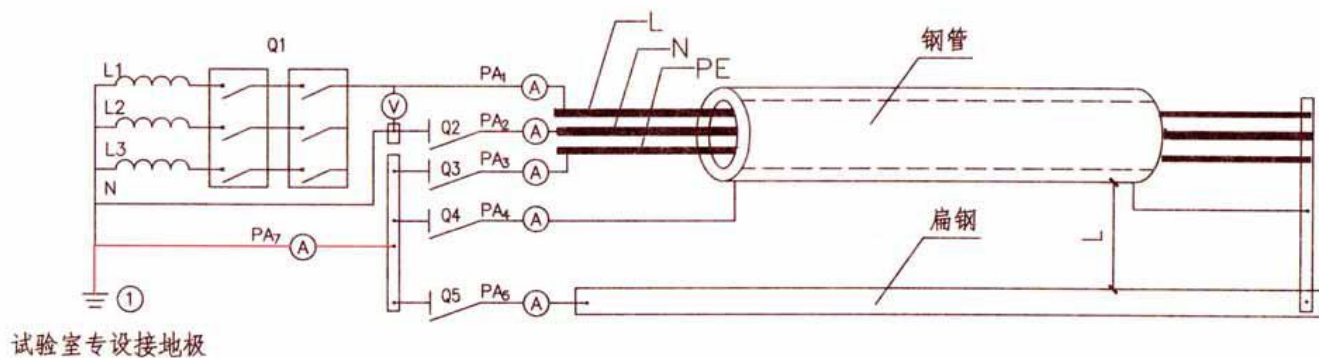
示例
及数据

单相接地故障电流测试方案

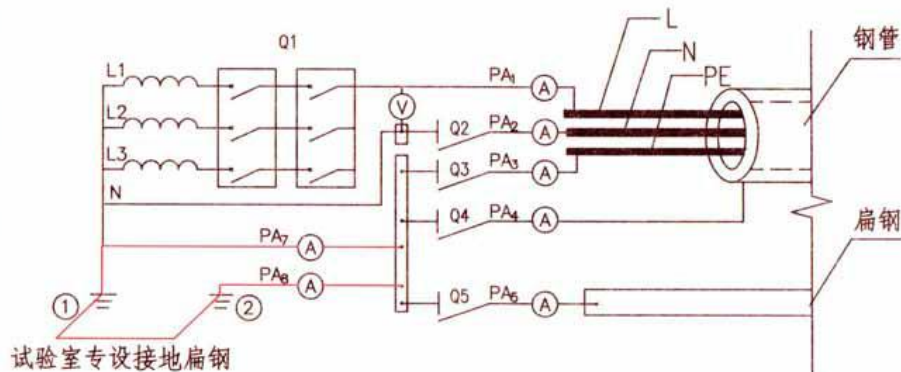
图集号

15D500

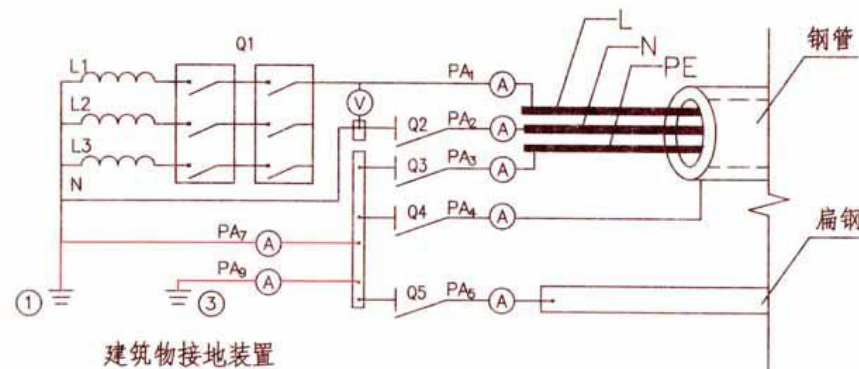
审核	孙兰	孙兰	校对	万力	万力	设计	熊江	熊江	页	41
----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----



方案一



方案二



方案三

- 说明：1. 方案2、方案3省略部分同方案1。
2. $L=200$ 或 $L=1000$ 。
3. 测试方案说明见41页。
4. 测试数据见本图集第45~50页。

电缆穿钢管接地故障电流测试方案

图集号

15D500

审核

孙兰

孙兰

校对

万力

万力

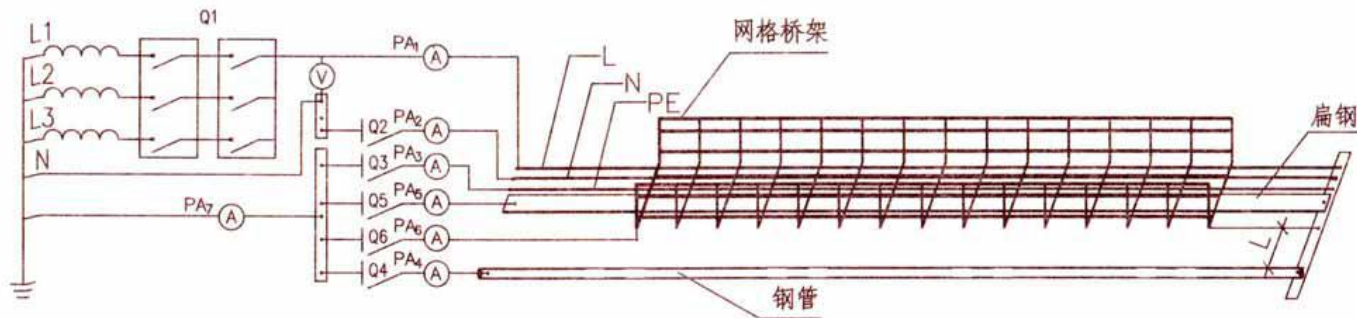
设计

熊江

熊江

页

42



方案四

4 试验电路及方案（网格桥架，以下简称桥架）

4.1 单根电缆在桥架上敷设(多芯电缆用3芯，L、N、PE)，35mm²电缆使用300桥架和DN40钢管做试验，120mm²电缆使用600桥架和DN65钢管做试验。见方案四。

4.2 方案四采用钢管作为建筑物基础钢筋的电气通路，扁钢作为桥架的保护导体。桥架和钢管的间距L为200mm和1000mm时，按方案1—方案5分别测试接地故障电流数据。

4.3 方案1~方案5的测试方案如下：

方案1：扁钢置于桥架内与电缆平行（Q1~Q6全部合闸），L、N、PE、扁钢、桥架和钢管在负荷末端处全部短接，测试故障回流路径的电流数据。

方案2：N线不接（电流表PA₂无数据），L、PE和钢管、扁钢桥架在负荷末端处短接，测试故障回流路径的电流数据（PE、扁钢和钢管

回流）。

方案3：扁钢置于桥架内与电缆平行，N、扁钢不接（电流表PA₂、PA₅无数据），L、PE和桥架、钢管在负荷末端处短接，测试故障回流路径的电流数据（扁钢与桥架接触会降低桥架的阻值。比较方案2和方案3的数据，扁钢接与不接的分流情况。PE、桥架、钢管回流）。

方案4：桥架内无扁钢时（将扁钢移出桥架），N线不接（电流表PA₂无数据），L、PE和桥架、钢管在负荷末端处短接，测试故障回流路径的电流数据（常见的接地故障）。

方案5：桥架内无扁钢时（将扁钢移出桥架），N、PE线不接（电流表PA₂、PA₃无数据），L和桥架、钢管在负荷末端处短接，测试故障回流路径的电流数据（利用桥架作为PE的分流情况）。

电缆在网格桥架上接地故障电流测试方案

图集号

15D500

审核

孙兰

设计

熊江

校对

万力

设计

熊江

设计

页

43

表1 电缆穿钢管接地故障电流计算数据 单位: A L=200

电 流 值 导体	连接 方案	方案1	方案2	方案3	方案4	方案5
L(PA ₁)		3603	3159	3455	3067	3393
N(PA ₂)		1015	—	—	—	—
PE(PA ₃)		1015	—	1357	2259	1549
钢管(PA ₄)		1209	2429	1615	—	1844
扁钢(PA ₅)		363	729	485	807	—

注: 1. 本页根据本图集第42页试验方案一,计算得出的35mm²和120mm²电缆穿钢管接地故障电流数据。

2. 计算条件:
- 2.1 以试验实测时所选用的电缆、钢管、扁钢、测量设备等为依据。
- 2.2 表1为35mm²的电缆穿钢管接地故障电流计算数据,表2为120mm²的电缆穿钢管接地故障电流计算数据。
- 2.3 电源内阻35.9+j28.8=46mΩ; cosθ=0.78; 电源电压230V由实验室提供
3. 计算步骤: 1) 计算直流电阻; 2) 计算导体内外电抗和互抗; 3) 计算各导体电流; 4) 分析整理、数据对比。
4. PA₁~PA₅为实验方案一电流表编号, 便于对照计算与实验数据。

表2 电缆穿钢管接地故障电流计算数据 单位: A L=200

电 流 值 导体	连接 方案	方案1	方案2	方案3	方案4	Q3断开 PE不接	Q4断开 钢管不接	Q5断开 扁钢不接	Q4、Q5断开 钢管和扁钢不接	Q3、Q5断开 PE和扁钢不接	Q3合闸 短接L、PE
L(PA ₁)		4449	4275	3849	4058	4354	4389	4492	4423	4437	4185
N(PA ₂)		2198	—	—	—	3070	2579	2412	2711	3381	—
PE(PA ₃)		1437	2579	—	3689	—	1650	1367	1707	—	4185
钢管(PA ₄)		676	1451	3298	—	1105	—	724	—	1048	—
扁钢(PA ₅)		127	242	550	369	184	155	—	—	—	—

方案一接地故障电流计算数据

审核 孙兰 孙兰 校对 万力 万力 设计 王勇 王勇 图集号 15D500 页 44

表1 电缆穿钢管接地故障电流试验数据

单位: A

L=200

电 流 值 连接 方案 电流表	方案1		方案2	方案3	方案4	方案5
	测量一	测量二				
PA ₁ (L)	3494	3504	3200	3326	2922	3327
PA ₂ (N)	1170	1172	—	—	—	—
PA ₃ (PE)	962	960	—	1210	2201	1203
PA ₄ (钢管)	1460	1460	3083	2200	—	2227
PA ₅ (扁钢)	69.09	65.73	230.9	98.6	840.1	—
PA ₇	2416	2437	3265	3429	3016	3422

表2 电缆穿钢管接地故障电流试验数据

单位: A

L=1000

电 流 值 连接 方案 电流表	方案1		方案2		方案3		方案4		方案5	
	测量一	测量二	测量一	测量二	测量一	测量二	测量一	测量二	测量一	测量二
PA ₁ (L)	3503	3496	3329	3330	3189	3186	2913	2889	3330	3312
PA ₂ (N)	1167	1167	—	—	—	—	—	—	—	—
PA ₃ (PE)	969	955	1201	1198	—	—	2214	2200	1189	1185
PA ₄ (钢管)	1434	1438	2179	2178	3085	3080	—	—	2217	2214
PA ₅ (扁钢)	66.84	70.48	91.3	98.15	219.2	223	806.5	806	—	—
PA ₇	2412	2406	3374	3364	3237	3231	2949	2939	3362	3356

注: 1.本页为35mm²电缆穿钢管试验数据, 试验方案见本图集第42页方案一。

2.本页数据由施耐德电气(中国)有限公司研发中心实验室提供。

方案一接地故障电流试验数据

图集号

15D500

审核

孙兰

校对

丁杰

丁杰

设计

杨武

杨武

页

45

表3 电缆穿钢管接地故障电流试验数据 单位: A L=200

电 流 值 连接 方案 电流表	方案1	方案2	方案3	方案4	Q3断开 PE不接	Q4断开 钢管不接	Q5断开 扁钢不接	Q4、Q5断开 钢管和扁钢不接	Q3、Q5断开 PE和扁钢 不接	Q3合闸 短接L、PE
PA ₁ (L)	3939	3443	3150	3372	3871	3950	3950	3961	3880	3720
PA ₂ (N)	1842	—	—	—	2713	2086	1847	2144	2705	—
PA ₃ (PE)	1437	2451	—	3141	—	1637	1434	1684	—	3605
PA ₄ (钢管)	505	976.3	3045	—	958	—	540	—	1003	—
PA ₅ (扁钢)	30.7	81.6	86	212.7	31.3	94	—	—	—	—
PA ₇	1961	3508.9	3131	3353.7	1003	1743	1968	1703	1027	3641

表4 电缆穿钢管接地故障电流试验数据 单位: A L=1000

电 流 值 连接 方案 电流表	方案1	方案2	方案3	方案4	Q3断开 PE不接	Q4断开 钢管不接	Q5断开 扁钢不接	Q4、Q5断开 钢管和扁钢不接	Q3、Q5断开 PE和扁钢 不接	Q3合闸 短接L、PE
PA ₁ (L)	3972	3460	3184	3364	3870	3910	3936	3885	3884	3708
PA ₂ (N)	1866	—	—	—	2705	2070	1845	2113	2715	—
PA ₃ (PE)	1443	2445	—	3124	—	1624	1429	1657	—	3592
PA ₄ (钢管)	537	977.3	3077	—	976	—	551	—	1004	—
PA ₅ (扁钢)	24.3	83.7	83.0	211	27.8	90.8	—	—	—	—
PA ₇	1989	3506	3160	3335	1018	1724	1976	1674	1028	3623

注: 1.本页为120mm²电缆穿钢管试验数据, 试验方案见本图集第42页方案一。

2.表3、表4中方案2~方案4数据由罗格朗低压电器(无锡)有限公司试验站提供, 其他数据由常熟开关制造有限公司(原常熟开关厂)检测中心提供。

方案一接地故障电流试验数据

图集号

15D500

审核

孙兰

设计

姚强

设计

姚强

设计

姚强

页

46

表1 电缆穿钢管接地故障电流试验数据

单位: A

L=200

电 流 值 连接 方案 电流表	方案1	方案2	Q3断开 PE不接	Q4断开 钢管不接	Q5断开 扁钢不接	Q4、Q5断开 钢管和扁钢不接	Q3、Q5断开 PE和扁钢不接	Q3、Q4断开 PE和扁钢不接	Q3合闸 短接L、PE	Q4合闸 短接L和钢管
PA ₁ (L)	4007	3827	3868	3954	3994	3966	3895	3752	3748	3547
PA ₂ (N)	1874	—	2684	2059	1868	2136	2701	3249	—	—
PA ₃ (PE)	1449	2440	—	1604	1443	1666	—	—	3543	—
PA ₄ (钢管)	539	1223	968	—	541	—	1001	—	—	3364
PA ₅ (扁钢)	37.1	52.4	40.6	150	—	—	—	283	—	—
PA ₆ ($\frac{1}{2}$ ②)	31.6	33	30.8	35.9	31.4	44.6	31	40.2	68.1	34.8
PA ₇	1998	3721	1025	1763	1973	1688	1028	292	3583	3431

表2 电缆穿钢管接地故障电流试验数据

单位: A

L=1000

电 流 值 连接 方案 电流表	方案1	方案2	Q3断开 PE不接	Q4断开 钢管不接	Q5断开 扁钢不接	Q4、Q5断开 钢管和扁钢不接	Q3、Q5断开 PE和扁钢不接	Q3、Q4断开 PE和扁钢不接	Q3合闸 短接L、PE	Q4合闸 短接L和钢管
PA ₁ (L)	3973	3912	3841	3980	3928	3972	3906	3831	3668	3576
PA ₂ (N)	1856	—	2673	2108	1839	2143	2711	3455	—	—
PA ₃ (PE)	1431	2481	—	1646	1420	1674	—	—	3472	—
PA ₄ (钢管)	545	1247	967	—	542	—	1009	—	—	3392
PA ₅ (扁钢)	21.7	25.6	20.8	82.1	—	—	—	137	—	—
PA ₆ ($\frac{1}{2}$ ②)	31.6	33.7	31.4	40.5	31.9	45.9	32.4	47.8	68.8	36.8
PA ₇	1975	3757	1005	1738	1951	1695	1035	191	3511	3460

注: 1.本页为120mm²电缆穿钢管试验数据, 试验方案见本图集第42页方案二。

2.本页数据常熟开关制造有限公司(原常熟开关厂)检测中心提供。

方案二接地故障电流试验数据

图集号

15D500

审核

孙兰

校对

丁杰

设计

姚强

页

47

表1 电缆穿钢管接地故障电流试验数据 单位: A L=200

电 流 值 连接 方案 电流表	方案1	方案2	Q3断开 PE不接	Q4断开 钢管不接	Q5断开 扁钢不接	Q4、Q5断开 钢管和扁钢不接	Q3、Q5断开 PE和扁钢不接	Q3、Q4断开 PE和扁钢不接	Q3合闸 短接L、PE	Q4合闸 短接L和钢管
PA ₁ (L)	3961	3809	3845	3877	3898	3900	3827	3769	3559	3498
PA ₂ (N)	1844	—	2655	2007	1811	2070	2653	3279	—	—
PA ₃ (PE)	1428	2434	—	1571	1402	1635	—	—	3445	—
PA ₄ (钢管)	522	1221	964	—	544	—	965	—	—	3349
PA ₅ (扁钢)	37.3	62.9	42.1	149	—	—	—	293	—	—
PA ₉ ($\frac{1}{3}$ ③)	30.7	32	29.7	34.8	30.2	43.5	29.7	38.9	66.8	34.2
PA ₇	1938	3701	1007	1694	1921	1601	974	266	3402	3388

表2 电缆穿钢管接地故障电流试验数据 单位: A L=1000

电 流 值 连接 方案 电流表	方案1	方案2	Q3断开 PE不接	Q4断开 钢管不接	Q5断开 扁钢不接	Q4、Q5断开 钢管和扁钢不接	Q3、Q5断开 PE和扁钢不接	Q3、Q4断开 PE和扁钢不接	Q3合闸 短接L、PE	Q4合闸 短接L和钢管
PA ₁ (L)	3935	3840	3812	3855	3974	3922	3865	3784	3540	1962
PA ₂ (N)	1830	—	2644	2015	1849	2094	2674	3404	—	—
PA ₃ (PE)	1417	2452	—	1585	1430	1652	—	—	3435	—
PA ₄ (钢管)	543	1248	949	—	551	—	996	—	—	—
PA ₅ (扁钢)	20.2	26.1	22.1	82.9	—	—	—	174	—	2077
PA ₉ ($\frac{1}{3}$ ③)	31.3	33.1	30.1	38.5	31.1	44.5	30.8	46.3	66.8	153
PA ₇	1947	3720	973	1640	1959	1626	1006	154	3393	1769

注: 1.本页为120mm²电缆穿钢管试验数据, 试验方案见本图集第42页方案三。
2.本页数据常熟开关制造有限公司(原常熟开关厂)检测中心提供。

方案三接地故障电流试验数据										图集号	15D500
审核	孙兰	孙兰	校对	丁杰	丁杰	设计	姚强	姚强	姚强	页	48

表1 电缆在桥架上接地故障电流试验数据 单位: A L=200

电 流 值 连接 方案 电流表	方案1		方案2		方案3		方案4		方案5	
	测量一	测量二	测量一	测量二	测量一	测量二	测量一	测量二	测量一	测量二
PA ₁ (L)	3559	3542	3398	3376	3378	3375	3311	3340	3198	3206
PA ₂ (N)	1102	1098	—	—	—	—	—	—	—	—
PA ₃ (PE)	870.7	866.1	1089	1087	1104	1100	1185	1181	—	—
PA ₄ (钢管)	703.6	705.4	1001	998.4	1056	1061	1261	1260	1787	3494
PA ₅ (扁钢)	557.8	559.1	765.5	761	—	—	—	—	—	—
PA ₆ (桥架)	578	570.2	768.8	770.4	1445	1443	1119	1133	1490	1497
PA ₇	2577	2574	3421	3404	3375	3376	3330	3325	3192	3189

表2 电缆在桥架上接地故障电流试验数据 单位: A L=1000

电 流 值 连接 方案 电流表	方案1		方案2		方案3		方案4		方案5	
	测量一	测量二	测量一	测量二	测量一	测量二	测量一	测量二	测量一	测量二
PA ₁ (L)	3545	3532	3380	3371	3351	3347	3320	3308	3145	3158
PA ₂ (N)	1108	1100	—	—	—	—	—	—	—	—
PA ₃ (PE)	854	852	1090	1086	1111	1107	1207	1208	—	—
PA ₄ (钢管)	639	645	899	896	944	945	1124	1134	1615	1626
PA ₅ (扁钢)	728.7	722.9	982.9	979.9	—	—	—	—	—	—
PA ₆ (桥架)	464	466.6	638	637.5	1495	1497	1196	1190	1643	1649
PA ₇	2557	2553	3412	3403	3390	3388	3361	3349	3184	3197

注: 1.扁钢与35mm²电缆在桥架内间距为100, 试验方案见本图集第43页
方案四。

2.本页数据由施耐德电气(中国)有限公司研发中心实验室提供。

方案四接地故障电流试验数据

图集号

15D500

审核 孙兰 丁杰 丁杰 设计 杨武 杨武

页

49

表3 电缆在桥架上接地故障电流试验数据 单位: A L=200

电 流 值 电 流 表	连接 方案	方案1			方案2			方案3		方案4	方案5
		贴邻		间距400	贴邻		间距400	贴邻	间距400		
		测量一	测量二	测量一	测量一	测量二	测量一				
PA ₁ (L)		4454	4424	4459	3407	3395	3369	3203	3173	3396	3138
PA ₂ (N)		3253	2407	3296	—	—	—	—	—	—	—
PA ₃ (PE)		925	1400	944.4	2179	2172	2250	—	—	2258	—
PA ₄ (钢管)		61.7	224.2	67.9	382.9	379.7	285.8	1100	967.7	—	—
PA ₅ (扁钢)		138.3	219.8	139.3	512.7	512.9	525.2	1197	1234	687.1	1924
PA ₇		185.4	246.6	192.9	595.5	596.9	599.5	1160	1203	650.1	1445

表4 电缆在桥架上接地故障电流试验数据 单位: A L=1000

电 流 值 电 流 表	连接 方案	方案1		方案2		方案3		方案4	方案5
		贴邻	间距400	贴邻	间距400	贴邻	间距400		
PA ₁ (L)		4472	4479	3388	3406	3213	3179	3386	3135
PA ₂ (N)		3323	3310	—	—	—	—	—	—
PA ₃ (PE)		899.9	917.5	2120	2208	—	—	2251	—
PA ₄ (钢管)		73.9	52.78	333.9	274.9	1028	926.7	—	—
PA ₅ (扁钢)		156.4	152.7	577.9	558.2	1326	1334	709.7	2025
PA ₇		46.51	103	366.9	373.4	933	960	405.9	1196

注: 1. 扁钢与120mm²电缆在桥架内贴邻和间距400, 试验方案见本图集第43

页方案四。

2. 本页数据由罗格朗低压电器(无锡)有限公司试验站提供。

方案四接地故障电流试验数据

图集号

15D500

审核 孙兰 384 校对 丁杰 丁杰 设计 杨桃锋 杨桃锋

页

50