

通信工程电力电缆施工问题探讨

Discussion on Construction of Power Cable in Telecommunication Engineering


刘 焯¹,张 鹏¹,李书森¹,张智森²(1. 中国通信建设第四工程局有限公司,河南 郑州 450007;2. 南京邮电大学,江苏 南京 210000)

Liu Hao¹,Zhang Peng¹,Li Shusen¹,Zhang Zhisen²(1. China Communication Construction The Fourth Engineering Bureau Limited Company,Zhengzhou 450007,China;2. Nanjing University of Posts and Telecommunications,Nanjing 210000,China)

摘 要:

阐述了通信工程施工中电力电缆常见的隐患和问题,进行了规范性施工的探讨,提出科学、安全施工的方法,避免因施工不当产生安全隐患,引发事故,从而确保通信网络的安全运行。

关键词:

电力电缆;电缆敷设;弯曲半径;涡流;断路器跳闸
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2023.06.017
文章编号:1007-3043(2023)06-0089-04
中图分类号:E968
文献标识码:A
开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Abstract:

It expounds the common hidden dangers and problems of power cables in the construction of telecommunication engineering, probes into the normative construction, and puts forward scientific and safe construction methods to avoid the occurrence of safety hidden dangers and accidents caused by improper construction, and ensure the operation safety of communication network.

Keywords:

Power cable; Cabling; Bending radius; Eddy; Circuit breaker tripped

引用格式:刘焯,张鹏,李书森,等. 通信工程电力电缆施工问题探讨[J]. 邮电设计技术,2023(6):89-92.

1 概述

在通信设备安装工程中,由于施工不当,可能在施工阶段发生故障,或者为以后设备安全运行遗留安全隐患。在设计说明中,应对施工过程有针对性地提示安全生产、规范施工事项,指导施工人员安全作业,有效避免相关安全事故发生。国务院发布的《建设工程安全生产管理条例》第十三条明确规定,“设计单位应当按照法律、法规和工程建设强制性标准进行设计,防止因设计不合理导致生产安全事故的发生”,“设计单位应当考虑施工安全操作和防护的需要,对涉及施工安全的重点部位和环节在设计文件中注明,

并对防范生产安全事故提出指导意见”。

2021年6月发布的《信息通信行业建设市场分析报告(2020年)》显示,2015年底全国拥有通信工程施工总承包资质一、二、三级企业数量分别为55、203、581家,2020年底增加至307、1084、3769家,企业数量大幅增加,其中90%以上为中小企业;而在全国建筑企业宏观分析中,近5年全国建筑行业投标下浮率持续下滑,2015年至2019年,平均下浮率为14.26%,信息通信工程服务业同样进入白热化竞争阶段,更多企业和新人参与到设备安装工程中,施工能力良莠不齐,设备安装工程的规范施工就显得尤为重要。

电力电缆(以下简称电缆)作为承载电能传输的基础材料,在通信设备工程施工中必不可少,电缆正确、可靠敷设成为保障通信系统正常运行的重要环

收稿日期:2023-05-04

节。在实际工程实施中,由于电缆布放不当而产生的故障时有发生。本文针对电缆敷设过程中常见的问题,从断路器安全校核、电缆敷设工艺和电缆接线顺序3个方面,对电缆敷设过程中的问题进行探讨和研究。

2 断路器安全校核

断路器的保护作用是配电系统安全运行的基础,通信机房使用的断路器包括框架断路器、塑壳断路器和小容量的微型断路器,各类电缆需要接在不同规格断路器的输出端。断路器实现对电缆和通信设备过流、短路等故障的保护,避免故障扩大,发生大的事故。

2.1 断路器安全校验必要性

由于不同规格断路器保护设定方式不同,部分配电系统没有直观显示当前负载,造成部分设计人员未能准确评估新增通信设备入网后配电系统用电的变化。在实际项目实施时,如果新增通信设备入网后,通信设备容量与断路器过流保护值接近,甚至超过断路器过流保护值,将不可避免发生上级断路器跳闸的事故,此类事故在通信系统新增通信设备后时有发生,成为通信安全的重大隐患。

工程施工作为通信工程项目实施的最后一道工序,在施工前详细检查断路器和负载的运行参数,发现可能存在的问题,对于保证生产安全发挥着决定性的作用。

2.2 断路器安全校验的原则

作为断路器的安全校验,可以按照如下流程实现断路器和负载的简单判别。

a) 检查断路器的长延时整定电流 I_r 。对于断路器而言,长延时整定电流 I_r 代表其正常工作时长时间允许通过的电流值, $I_r=K \times I_n$,其中 $K \leq 1$,为一个可调整的系数, I_r 的设定范围为0.4~1倍的 I_n 。 I_n 为额定电流,当 $I_n=1\ 000\text{ A}$ 时,如果设定的长延时电流为500 A,则该断路器只能作为一个500 A的断路器使用。如果在施工中将 I_n 参数作为增加负载的依据,将不可避免发生过流跳闸故障。

b) 用电表测量或从配电柜面板的显示获取当前负载电流 I_L 。

c) 根据新增设备负载功率 W_n ,估算新增设备入网后增加的电流负荷。由于开关电源、UPS在交流输入侧一般为三相供电,则新增设备后,新增加的单相电

流可以按照 $I_{NL}=W_n/(\eta \times 660 \times \cos\theta)$ 估算。其中, η 为电力变换设备效率,工频UPS可按照80%估算,高频UPS按照93%估算;48 V开关电源系统可按照90%估算,240 V开关电源系统可按照90%估算。

d) 校验新增设备入网后,设备负荷与断路器整定值的关系为: $(I_L+I_{NL}) \leq K_2 \times I_r$, K_2 为小于1的安全系数,一般取 $K_2=0.8$ 。

在进行新增通信设备入网施工时,作为一种简单可行的判定方法,上述判别手段可有效避免断路器的跳闸故障。

3 电缆安全敷设

在《电力工程电缆设计标准》(GB50217-2018)中,对电缆的布放提出了明确的要求,包括电缆路径的选择、电缆在支架上的敷设要求、电缆敷设方式的选择等,但在实际工程实施时,由于部分施工人员对相关条款的要求理解不深刻,在电缆敷设过程中采用了不规范的施工方法,施工完成后遗留了不安全因素,导致后期产生各类故障,甚至发生严重的事故。

3.1 电缆转弯引起的机械性损伤

电缆在生产、运输和安装施工过程中,不可避免的要承受各种弯曲。笔者在某样板机房,曾经看到不同机房连接的电缆走线架由于高度不同,2层走线架直接通过垂直桥架连接,为了美观,施工人员在电缆敷设时直接弯成近乎90°的直角,这种看似美观的电缆敷设,实际上极大损伤电缆,降低了电缆的载流量和绝缘强度,并在转弯处引发电缆发热,成为事故隐患。

电缆由多根单芯导线以一定节距绞合而成,在电缆制作过程中导线的单线根数和节距大小决定了电缆弯曲时的稳定性,过大的弯曲将导致内部导线的松散和突起,直接影响电缆导电和绝缘层的性能。当弯曲超过允许最小弯曲半径时,将直接导致电缆损伤。

电缆在弯曲时,其允许的弯曲程度可以用电缆的弯曲半径衡量,电缆的弯曲半径一般可遵照产品说明书的规定;无产品说明书时,可参考《35 kV及以下塑料绝缘电力电缆》(GB12706-2018)中规定的电缆最小允许弯曲半径(见表1)和《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2015)规定电缆最小允许弯曲半径(见表2)。2个表中, D 为电缆外径。

3.2 电缆接头应牢固可靠

从运行经验来看,电缆与断路器、电缆与电缆之

表1 GB12706-2018中规定的电缆最小允许弯曲半径

项目	单芯电缆		三芯电缆	
	无铠装	有铠装	无铠装	有铠装
安装时电缆最小弯曲半径	20D	15D	15D	12D
靠近连接盒和终端的电缆最小连接半径(但弯曲要小心控制,如采用成型导板)	15D	12D	12D	10D

表2 GB 50303-2015中规定的电缆最小允许弯曲半径

电缆形式		多芯电缆	单芯电缆
塑料绝缘电缆	无铠装	15D	20D
	有铠装	12D	15D
橡皮绝缘电缆		10D	

间的接头由于施工不规范,成为电缆施工中常见的故障点。

在电缆与断路器连接时,应保证电缆规格与断路器接线端子匹配,电缆插入接线孔后接线端子应可靠紧固,避免虚接和电缆松脱情况的发生,此类情况在微型断路器中更为常见。某省新建汇聚机房工程,随着夏季的到来,空调负荷增加,多次发生空调断路器跳闸故障,造成机房高温,且断路器接线端口有明显烧蚀发黑痕迹。经现场检查,发现为空调电缆在断路器输出端子处虚接,随着空调负载的增加,虚接的接线端子产生打火,断路器跳闸。在现实生活中,由于断路器打火损毁断路器、甚至引发火灾的事故时有发生,必须在施工时引起足够的重视。

在电缆工程施工时,设计中一般要求使用整段电缆,严禁在电缆中有电缆接头;在个别改造项目时,为了利旧原有电缆,可能会增加少量电缆连接原有敷设的电缆以减少项目投资,这将不可避免的产生电缆接头,此时应对电缆接头进行规范处理,保证接头压接紧密牢固和可靠的机械防护性能,同时做好防水、防尘、绝缘处理以及特殊场合的耐酸、耐碱、防爆等性能防护。电缆中间接头防护是电缆安全可靠运行的重要措施之一,切不可随意处置。

3.3 大电流电力电缆引发涡流

在施工中,电缆敷设支撑包括钢架、钢质保护管、架空等方式,尤其在电缆穿钢管的场景,电缆周围可能形成钢(铁)性封闭环路而产生涡流,特别是在大电流电力电缆系统中涡流较大,由于涡流导致钢管发热烧毁电缆的故障也时有发生。因此,必须采取措施使其周围不形成涡流,一般可采用如下2种方法。

a) 采用非磁性钢管或非金属PVC管等,管内无法

产生涡流。

b) 保证钢管内所有电缆电磁场互相抵消。如采用单根交流电缆穿管时,应保证三相和N相电缆共同穿入一根管内,或者采用4芯交流电缆,以保证钢管内电缆产生的电磁场互相抵消。

4 电缆接线顺序

在通信设备安装工程中,在新装设备(如列头柜)与现网运行电源设备(如电源分支柜)间布放电缆是最常见的工作,现行的设计规范和验收规范都对电缆的连接顺序做出相关要求。在通信建设工程安全生产操作规范中,规定“涉电作业应使用绝缘良好的工具,并由专业人员操作,在带电的设备、列头柜、分支柜中操作时,不得佩戴金属饰物,并采取有效措施防止螺丝钉、垫片、金属屑等金属材料掉落”,“设备加电时,应逐级加电,逐级测量”;也未对接线顺序做出规定。

在工程实施过程中,电缆的接线顺序对施工安全也会产生一定的影响。本文以敷设连接分支柜和列头柜之间的电缆为例,对比分析发生事故的可能性。

4.1 先连受电端再连供电端

先连接受电端再连接供电端,也就是在连接完毕列头柜侧的电缆后,再连接电源分支柜侧的接线端子。

在新装的列头柜内敷设连接电缆的过程中,由于电缆的另一端(电缆头用绝缘胶带包扎好)是悬空的,无论保护地线、工作地线和-48V电缆的接线顺序如何,都非常安全,不会发生电源短路事故;即使列头柜到新增的主设备的电缆都已接线完成也是非常安全的。下面分别对保护地线、工作地线和-48V电缆连接供电侧(电源分支柜)端子的过程进行分析。

a) 连接保护地线。在设备安装加固完成后,机房安装的所有设备机壳已形成电气连通,保护地线需要连接的这端已经接地。在电源分支柜中,穿放电缆、制作铜鼻子和连接铜鼻子时,如果电缆(或安装好的铜鼻子)触碰到了电源分支柜的负极排(端子)的漏铜部分,将会引起电源短路,可能引发机房在用设备停电事故,若处理不当,强大的短路电流会导致保护地线和负极排融化在一起,甚至会引发火灾事故。

b) 连接工作地线。由于很多通信设备在设备子架内工作地和保护地是复连的,因此,工作地线需要连接的这端已经接地的可能性非常大。如果工作地

线的另一端已经接地,在电源分支柜内穿放连接工作线和保护地线,发生电源短路事故的概率同样都很大。

c) 连接-48 V电缆。由于各级保险的断开,-48 V电缆的另一端处于悬空状态,连接过程中,只要铜鼻子不把电源分支柜内的负极排和正极排(或机壳)同时触碰在一起,就不会引起电源短路,操作过程是相对安全的。

4.2 先连供电端再连受电端

先连接供电端再连接受电端,也就是在连接完毕电源分支柜内的电缆后,再连接列头柜侧的接线端子。

在带电运行的电源分支柜内布放连接电缆过程中,由于电缆的另一端(电缆头用绝缘胶带包扎好)是悬空的,无论保护地线、工作地线和-48 V电缆的接线顺序如何,连接过程中,只要不把电源分支柜内的负极排和正极排(或机壳)同时触碰在一起,就不会引起电源短路,操作过程是比较安全的。下面分别对保护地线、工作地线和-48 V电缆连接受电侧(列头柜)端子的过程进行分析。

a) 连接保护地线。假设在新安装的列头柜内先连接-48 V电缆,但由于保险隔断了负极电缆的连通,虽然待连接的保护地线另一端已经可靠接地,在新安装列头柜内并不存在有-48 V带电的接触点。即使在不采取任何绝缘措施的情况下,连接保护地线也不会引发电源短路。因此,接线过程是绝对安全的。

b) 连接工作地线。此连接过程同保护地线连接情形一样,即使不采取任何绝缘措施也非常安全,不会引发电源短路现象。

c) 连接-48 V电缆。在电源分支柜中,-48 V电缆连接的保险处于断开状态,连接过程中,即使不采取任何绝缘措施也非常安全,不会发生电源短路。

综上所述,电缆接线顺序建议遵循如下的原则。

a) 在电缆连接过程中,必须先将供电侧电缆端子可靠连接完毕后,再连接受电设备侧的电缆接线端子。若遇特殊情况(如电源接入持续时长受限、供电设备侧机房作业时间点受限等),先连接了受电设备侧接线端子,在连接供电设备侧端子时,必须把受电设备侧保护地和工作地连接端子断开并做好绝缘处理,确保受电设备侧电缆端头处于悬空的情况下,才能进行供电设备侧电缆连接。

b) 3类电缆连接顺序,应按照先连接保护地、再连

接工作地、最后连接-48 V电缆的顺序连接。

上述原则虽然是以电源分支柜与新增列头柜间敷设电缆为例分析给出的,同样也适用于其他设备之间的交、直流电缆连接。

5 结束语

本文根据多年通信设备安装工程的施工经验,结合工地现场安全质量检查情况以及参与国家优质工程现场复查工作中发现的问题,对施工中容易被忽视的电缆问题进行分析,提出电缆安全施工的注意事项及建议,供通信各专业设备安装工程的设计和施工人员参考。在通信设备安装工程中,相关从业人员在参与工程项目的管理、设计、监理、施工和维护过程中,应对潜在问题做好预防性工作,采用科学、规范的施工方法,以减少施工阶段以及后期通信系统事故的发生,确保通信系统安全、稳定的运行。

参考文献:

- [1] 中国通信企业协会通信工程建设分会. 信息通信工程建设安全生产用书[M]. 北京:人民邮电出版社,2021:36-45.
- [2] 佚名. 建设工程安全生产管理条例[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2003:11-24.
- [3] 李鲁相,王嘉兴,李刚. 信息通信建设2021年刊[M]. 北京:中国通信企业协会通信工程建设分会,2021:8,234,238.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 波分复用(WDM)光纤传输系统工程验收规范:GB/T 51126-2015[S]. 北京:中国计划出版社,2016.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 通信电源设备安装工程设计规范:GB 51194-2016[S]. 北京:中国计划出版社,2017.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 通信电源设备安装工程验收规范:GB 51199-2016[S]. 北京:中国计划出版社,2017.
- [7] 中华人民共和国工业和信息化部. 通信建设工程安全生产操作规范:YD 5201-2014[S]. 北京:人民邮电出版社,2014.
- [8] 中华人民共和国工业和信息化部. 通信设施拆除安全暂行规定:YD 5221-2015[S]. 北京:人民邮电出版社,2015.
- [9] 中国通信企业协会通信工程建设分会. 通信工程施工企业安全生产管理人员培训教材[M]. 北京:人民邮电出版社,2016:48-57.
- [10] 本书编委会. 通信建设工程安全生产读本[M]. 北京:人民邮电出版社,2017:343-350.

作者简介:

刘焱,高级工程师,长期从事通信工程施工与管理工作;张鹏,高级工程师,长期从事通信工程设备安装项目的施工与管理工作;李书森,教授级高级工程师,长期从事通信工程设备安装项目的施工与管理工作;张智森,南京邮电大学管理学院本科在读,主要研究方向为信息资源分析、系统分析与设计。