

简析室内固定排污泵剩余电流保护装置的设置

仇国梁¹, 隋媛媛¹, 冯龙生², 于淼²

(1. 青岛杰地建筑设计有限公司; 2. 浙江绿城建筑设计有限公司青岛分公司)

【摘要】本文解读了各规范对剩余电流保护装置设置的要求, 以TN系统为实例, 探讨如何选择室内固定排污泵剩余电流保护装置的动作电流, 避免剩余电流保护装置误动作问题, 又可以在发生相对地故障时, 快速切断故障回路, 避免发生人身间接电击以及线路损坏、电气火灾等事故。

【关键词】室内固定排污泵; TN系统; 剩余漏电保护装置; 动作电流

中图分类号: TU992

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2022.01.037

Brief Analysis on Setting of Residual Current Protection Device for Indoor Fixed Sewage Pump

QIU Guo-liang¹, SUI Yuan-yuan¹, FENG Long-sheng², YU Miao²

(1.GAD Architectural Design(Qingdao)Co.,Ltd.; 2.Greenton Architecture Design Co.,Ltd.)

【Abstract】According to the interpretation of the requirements for setting residual current protection device in various codes, and taking the TN system as an example, the passage aims to discuss how to select the operating current of residual current protection device in indoor fixed sewage pump, so as to avoid the wrong operation of residual current protection device, and to cut off the fault loop quickly when the relative fault occurs, which can avoid personal indirect electric shock, line damage, electrical fire and other accidents.

【Keywords】indoor fixed sewage pump; TN system; residual current device

1 引言

低压配电系统的电击防护包括基本保护(直接接触防护)、故障保护(间接接触防护)和特殊情况下采用的附加保护。直接接触防护的措施包括:

- ①将带电部分绝缘;
- ②采用遮拦或外护物;
- ③采用阻挡物;
- ④置于伸臂范围之外。

伸臂范围的规定距离详见图1所示, 图中2.5m为人体左右平伸两臂或向上伸臂后人体站立面S的最大处置距离, 1.25m为人体前伸臂与所占位置的最大距离, 0.75m为人体下蹬时伸臂向下弯摊的最大水平距离。

间接接触防护主要是自动采用切断电源的措施。《低压电器装置第4-41部分: 安全防护电击防护》(GB 16895.21-2011/IEC 60364-4-41:2005)的第411.1条规定额定剩余电流动作值不超过30mA, 剩余电流保护器(下文简称RCD)可作为基本保护失效和故障防护失效, 以及用电不慎时的附加保护措施。

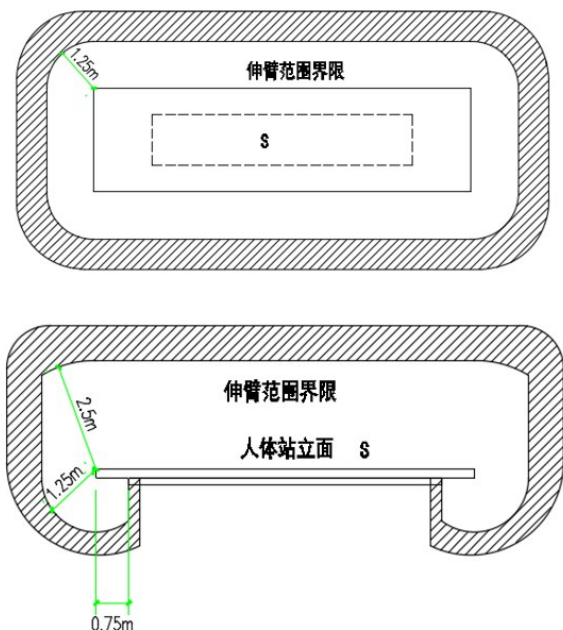


图1 伸臂范围的规定距离

设计人员应依据国家规范设置剩余漏电装置以达到防人身电击的防护要求。《剩余电流动作保护装置安装和运行》(GB/T 13955-2017)第4.4.1条规定了下列设备和场所应安装末端保护RCD: ①属于I类的

移动式电气设备及手持式电动工具;②工业生产用的电气设备;③施工工地的电气机械设备;④安装在户外的电气设备;⑤临时用电的电气设备;⑥机关、学校、宾馆、饭店、企事业单位和住宅等除壁挂式空调电源插座外的其他电源插座或插座回路;⑦游泳池、喷水池、浴室、浴池的电气设备;⑧安装在水中的线路和设备;⑨医院中可能直接接触人体的医用电气设备;⑩农业生产用的电气设备。

《剩余电流动作保护装置安装和运行》的第5.8条中规定了潮湿场所的电气设备应选用额定剩余动作电流小于30mA,无延时的RCD。《民用建筑电气设计标准》(GB 51348-2019)的第7.5.5.5条要求下列设备的配电线路应设置额定剩余动作电流值不大于30mA的剩余电流保护器:

- ①手持式及移动式用电设备;
- ②人体可能无法及时摆脱的固定式设备(条文说明是机床);
- ③室外工作场所的用电设备;
- ④家用电器回路或插座回路。

0类设备具有可导电的外壳,只靠一层基层绝缘来防电击,且无PE先连接端子;I类设备的外壳与绝缘同0类设备,但起外露导电部分上配置连接PE线的接线端子;II类设备除具有基本绝缘外,还增设附加绝缘组成双重绝缘,或采用相当于双重绝缘水平的加强绝缘;III类设备的额定电压采用50V以下的特低电压,在工程中常用一次为380V或220V的隔离变压器降压供电。

2 剩余电流保护装置的常规设置

在工程实践中,通常认为平时无水的集水坑为潮湿环境,所以室内排污泵会选择动作电流30mA的剩余电流动作保护装置作为防电击防护。其中非消防用途排污泵的30mA的RCD瞬间动作切断电源;为了防止因正常泄漏电流导致RCD误动作影响消防设备的正常使用,消防用途排污泵的30mA的RCD通常要求仅动作于报警而不切断故障电路。

分析《剩余电流动作保护装置安装和运行》(GB/T 13955-2017)和《民用建筑电气设计标准》(GB 51348-2019)这两本规范中关于RCD的相关条文,要求设置30mA的剩余电流保护装置的出发点都是为了防止间接接触电击,保护人身安全,明确规定剩余电流保护装置需在规范规定的时间内切断故障回路

电源。而消防用途排污泵设置的30mA的剩余电流保护装置,仅要求动作于报警而不切断故障回路,无法实现保护人身安全的作用。显然,消防用途排污泵的剩余电流保护装置仅动作于报警而不切断故障电路的要求,与上述规范条文相悖,无实际意义。另外,笔者查阅了多个厂家样本资料,30mA的微断型剩余电流保护装置只能动作于切断故障回路,不能只动作于报警信号。

《民用建筑电气设计标准》(GB 51348-2019)第12.10节、《工业与民用供配电设计手册》(第四版)第15.3节相关内容及其他规范、手册并没有把建筑物内的集水坑划为特殊潮湿场所。若考虑集水坑是特殊潮湿场所,则需按《民用建筑电气设计标准》(GB 51348-2019)第12.10节的要求,将集水坑及其附近区域划分为0、1、2区,并根据规范要求采取各种安全防护措施,如排污泵控制箱设置到0、1、2区之外,并做辅助等电位联结、加装剩余电流保护装置等防护措施。显然,如果把建筑内的集水坑定为特殊潮湿场所,仅仅靠加装30mA的RCD作为附加保护,是远远不够的。

3 TN系统的剩余电流保护装置的选择论证

TN系统发生接地故障时,其故障电流通过回路的PE线返回电源,故障电流较大,故优先推荐采用过电流防护电器兼做故障防护电器迅速切断电源。若切断不及时,出现PE线上电压降形成的接触电压超过接触电压限值的情况,就易导致间接接触电击事故。

TN系统发生相对地故障时,剩余电流保护电器动作特性应满足下式:

$$Z_s I_a \leq U_0 \quad (1)$$

式中: I_a 为保护电器规定时间内动作电流值,瞬动型RCD为剩余动作电流值; Z_s 为故障回路的阻抗,一般以毫欧计; U_0 为导体相对地标称交流电压,取220V。

若 I_a 取值1000mA(1A), Z_s 取值1Ω,则 $Z_s I_a = 1 \times 1 = 1V < 220V$,满足《低压电器装置第4-41部分:安全防护电击防护》(GB 16895.21-2011/IEC 60364-4-41:2005)部分对TN系统保护电器的动作特性的要求。发生接地故障时,若干燥和潮湿环境的接触电压限值分别超过50V和25V,易发生电击致死危险。选

取1000mA(1A)的RCD也能满足《低压电器装置第4-41部分:安全防护电击防护》(GB 16895.21-2011/IEC 60364-4-41:2005)第411.3.2条的规定时间内,在未达到接触电压限值的前及时切断电源保护人身安全。

因此, TN系统中RCD的动作电流,选取1000mA(1A)、500mA、300mA及以下均能瞬时动作切断故障电路、满足规范要求,防止间接接触电击。

4 选用RCD作为室内固定排污泵的间接接触电击防护

室内排污泵既具备基本绝缘来防电击,又与接地保护导体PE线可靠连接,处于建筑物总等电位范围内,属于I类固定式用电设备。当过电流保护电器的动作特性能够满足规范切断故障回路的时间要求时,I类固定式排污泵既无必要设置30mA的RCD作为直接接触的附加保护,也无必要设置30mA的RCD作为故障防护的主保护。只有过电流保护电器不能满足切断故障回路的时间要求时,才需要增设剩余电流保护装置或采取辅助等电位措施。辅助等电位措施只能防止人身电击,却避免不了线路损坏、电气火灾等事故;增设瞬动型剩余电流保护电器作为故障防护电器,可以快速切断故障回路,既能防止发生人身间接电击,也能避免线路损坏、电气火灾等事故。

30mA的剩余电流保护装置因其较低的额定动作值,既可以作为直接接触防护的附加保护,也可以作为手握式、移动式设备故障防护的主保护使用。但30mA的剩余电流保护装置也因其较低的额定动作值,加大了正常泄漏电流导致其误动作的概率。当室内集水坑的水位达到设定水位时,排污泵启动运转,这时排污泵浸在水中,正常泄漏电流较平时会有所增大,尤其是随着使用年限的增加,缆线绝缘水平也会有所下降,其正常泄漏电流会进一步增大,很容易导致30mA的剩余电流保护装置误动作。不管是消防用途排污泵,还是非消防用途的排污泵,均希望在发生相对地故障时,可以迅速切断故障回路,避免发生人身间接电击以及线路损坏、电气火灾等事故,均不希望因正常泄漏电流而导致剩余电流保护装置误动作,影响排污泵的正常工 作,造成不必要的损失。

《低压电器装置第4-41部分:安全防护电击防

护》(GB 16895.21-2011/IEC 60364-4-41: 2005)第411.1条提出了只有额定动作电流为30mA以下的RCD看作为附加保护措施。《剩余电流动作保护装置安装和运行》的第5.7条提出了RCD动作参数选择的考虑因素,提出了“单台电气机械设备,可根据其容量大小选用额定剩余动作电流30mA以上、100mA及以下、无延时的RCD”。在《低压电器装置第4-41部分:安全防护电击防护》(GB 16895.21-2011/IEC 60364-4-41:2005)部分对TN系统保护电器动作特性的要求前提下,可考虑为室内排污泵设置动作电流为100mA的RCD作为间接接触电击防护,在发生接地故障时及时切断电源。

5 结语

①室内积水坑不属于特殊潮湿场所,排污泵是I类固定式设备,与手握式、移动式设备保护要求有所区别。TN系统中,不管是消防排污泵,还是非消防排污泵,理论上宜优先利用过电流保护电器兼作故障防护,只有验算不满足动作特性要求的回路,才需要增设瞬动型剩余电流保护装置。

②考虑到集水坑一般都设在偏远的角落里,配电线路较长,阻抗大,故障电流小,过电流保护电器兼作故障防护往往不能满足动作特性要求,而且设计校验工作也比较繁琐,为简化设计,建议不管是消防排污泵回路,还是非消防排污泵回路,均增设额定剩余动作电流为100mA的瞬动型剩余电流保护装置。这样,既可避免正常泄漏电流导致的30mA剩余电流保护装置误动作问题,又可以在发生相对地故障时,快速切断故障回路,避免发生人身间接电击以及线路损坏、电气火灾等事故。

参考文献

- [1] GB 50054-2011. 低压配电设计规范[S].
- [2] GB/T 13955-2017. 剩余电流动作保护装置安装和运行[S].
- [3] GB 51348-2019. 民用建筑电气设计标准[S].
- [4] GB 16895.21-2011/IEC 60364-4-41:2005. 低压电器装置第4-41部分:安全防护电击防护[S].
- [5] 中国航空规划设计研究总院有限公司. 工业与民用供配电设计手册[M]. 北京: 中国电力出版社, 2016.
- [6] 王厚余. 建筑物电气装置600问[M]. 北京: 中国电力出版社, 2013.