

国内外防雷系统设计规范研究

雷电是一种常见的自然现象，雷击建筑物及其附近会危及到人身安全，破坏电气设备及电子设备，在建筑物上安装一套完整有效的防雷系统是减小雷击危害的最有效的措施。国际上现行防雷系统设计规范较多，差异较大，所以对国内外常用的几本防雷规范进行对比分析，总结了各规范的使用范围及具体的防雷措施要求，为工程项目中建筑物防雷系统设计提供参考。

梁新兰 王振胜 邵长娟 孙志明/中国石油天然气管道局天津设计院

0 引言

雷电是由带电的云层对地面建筑物及大地的放电引起的，雷电是自然的天气现象且尚无任何装置和其他方法能阻止雷击放电。雷电闪击打到建筑物、进入建筑物的公共设施上或袭击到地面，可能损害建筑物本身、建筑物内的设备及人身等。根据雷电流的大小，会产生不同程度的破坏。要防止或减小雷击建筑物所发生的人身伤亡和文物、财产损失，需要采取适当的措施，使雷电危险水平降低到可接受的范围内。

1 国家标准GB 50057—2010

GB 50057—2010《建筑物防雷设计规范》是由中国机械工业联合会主编，规定了建筑物的防雷分类、防雷措施、防雷装置和防雷击电磁脉冲等内容。适用于所有新建、扩建和改建建筑物的防雷设计^[1]。

GB 50057—2010根据建筑物的重要性、使用性质和发生雷电事故的可能性和后果，把建筑物分为三类，根据建筑物的防雷类别，设置相应的防雷措施，

如防直击雷的架空接闪网网格尺寸，滚球半径及引下线间距。防雷系统要求如表1所示。

表1 GB 50057—2010防雷系统要求

建筑物 防雷类别	接闪网网格 尺寸/m	滚球半径 /m	最大引下线 间距/m
第一类 防雷建筑物	5×5或 6×4	30	12
第二类 防雷建筑物	10×10或 12×8	45	18
第三类 防雷建筑物	20×20或 24×16	60	25

在防雷系统设计中，设计人员根据建筑物的性质和雷击次数判断建筑物的防雷等级，再根据建筑物的防雷等级设置相应的防雷措施，整个设计过程中计算部分较少，防雷设计属于定性设计。

2 国际电工委员会规范IEC 62305—2010

IEC 62305—2010是由国际电工委员会编制，适用于除了铁路设施、车辆、船只、飞行器、海岸设施、地下高压管道、户外线路和管线以外的其他建筑物的防雷系统设计^[2]。

IEC 62305—2用于判断建筑物防雷系统设计计算，除了此部分，IEC 62305还有其他三部分，IEC 62305—1介绍了雷击建筑物的四种类型 $S_1 \sim S_4$ ，各种类型对应产生的三种损害 $D_1 \sim D_3$ 及四种损失 $L_1 \sim L_4$ 。IEC 62305—3为建筑物雷电防护系统LPS。按照规范，LPS分为四级I~IV，对应的滚球半径和网格尺寸如表2所示。IEC 62305—4为建筑物内电气



梁新兰/工程师

关键词/Keywords

雷击危害·
防雷系统·
设计规范·
GB 50057—2010·
IEC 62305—2010·

和电子系统雷击电磁脉冲防护系统。

表2 IEC 62305—2010防雷系统要求

防雷系统LPS类型	接闪网网格尺寸/m	滚球半径/m	最大引下线间距/m
I	5×5	20	10
II	10×10	30	10
III	15×15	45	15
IV	20×20	60	20

IEC 62305-2给出了针对四种损失 $L_1 \sim L_4$ 相应的风险值 $R_1 \sim R_4$ 及其可承受的风险值 R_T ，通过比较实际风险值与可承受值判断建筑物是否需要雷电防护。规范规定的可承受风险值如表3所示。

表3 IEC 62305—2010可承受风险典型值

损失类型	$R_T(y^{-1})$
L_1 人员伤亡	10^{-5}
L_2 公共服务设施的损失	10^{-3}
L_3 文化遗产的损失	10^{-4}
L_4 经济财产的损失（参考）	10^{-3}

与我国国家标准相比，防雷系统设计时，没有规定要求建筑物应该设几级雷电防护等级LPL，需要根据经验预设一个等级或者不设雷电防护系统，根据IEC 62305-2规定的计算过程，逐项进行风险因素计算，包括：

- 1) 直击雷击建筑物引起的建筑物风险分量 R_A 、 R_B 和 R_C 。
- 2) 雷击建筑物附近引起的建筑物风险分量 R_M 。
- 3) 雷击入户线路引起的建筑物风险分量 R_U 、 R_V 和 R_W 。
- 4) 雷击入户线路附近引起的建筑物风险分量 R_Z 。

根据风险计算结果判断预设的防护等级是否满足要求。

如果 $R \leq R_T$ ，建筑物不需增加雷电防护等级；如果 $R > R_T$ ，建筑物应采取相应的防护措施，以使 $R \leq R_T$ 。

最后根据IEC 62305-2计算结果，依照IEC 62305-3和IEC 62305-4设置满足要求的防雷系统。根据此规范设计防雷系统计算过程相当烦琐

复杂，属于定量设计。

3 英国/欧盟规范BS EN 62305—2012

英国/欧盟规范BS EN 62305—2012是欧洲电工标准化委员会根据IEC 62305—2010规范制定的，适用范围与IEC 62305—2010一致。由于IEC规范明确说明，在防雷风险评估计算中IEC规定的某些设定值不一定适用于所有国家，各国家委员会可以根据本国情况适当修改。因此，欧洲电工标准化委员会在基本遵照IEC标准的基础上对部分内容作了修改或解释，所有修改部分均进行了标注^[3]。

BS EN 62305-2对IEC 62305-2作的修改主要有以下几方面。

1) 修改了对公共服务损失的可承受风险值，如表4所示。IEC规定的公共服务损失的可承受值风险值为 10^{-3} ，英国/欧盟将此值降低10倍，即对防雷系统的要求提高了10倍。

表4 BS EN 62305—2012可承受风险典型值

损失类型	$R_T(y^{-1})$
L_1 人员伤亡	10^{-5}
L_2 公共服务设施的损失	10^{-4}
L_3 文化遗产的损失	10^{-4}
L_4 经济财产的损失（参考）	10^{-3}

2) 更新了附件AnnexB, C, E。附件B中对浪涌保护器SPD作了更详细的分级并加以解释说明，明确了PSPD和PEB的取值方法；附件C中修改了 L_1 中实体损害引起的损失 L_F ，对建筑物作了更详细的分类，并大大提高了损失值，修改了 L_2 中通信线路遭雷击时，实体损害引起的损失 L_F 和内部系统故障引起的损失 L_O ，比IEC规定值均提高了10倍；在附件E中，根据工程设计需要，增加了文化遗产防雷保护和银行计算机中心防雷保护两个实际案例。

3) 由于雷击损害建筑物并可能殃及周围建筑物或环境（例如化学性或辐射性的扩散），在估算总损失时应将附加损失的估算考虑进去，对附加损失的估算方法两种规范不同。

通过以上的对比可知，防雷系统设计规范BS EN 62305—2012比IEC 62305—2012的要求更加严格。

4 美国国家防火协会标准NFPA 780—2008

美国国家防火协会标准NFPA 780—2008附件L提供了雷击风险评估方法。本规范适用于一般建筑物、特殊用途建筑物（桅杆、旗杆、塔器和罐等）、包含可燃物（可燃蒸汽、可燃气体和可燃液体）的建筑物和船只等。不适用于爆炸危险建筑物和发电厂、输电线路和变电所^[4]。

与IEC 62305规范和BS EN 62305相比，NPFA 780在雷击风险评估计算中考虑的因素较少，包括建筑物等效面积、环境、结构类型、用途、内部物可燃程度和雷击后果，根据此规范计算建筑物是否需要安装防雷系统相对简单。

根据建筑物等效面积、环境和年落雷密度计算预期建筑物年雷击频率 N_d ，再根据建筑物结构类型、用途、内部物可燃程度和雷击后果计算可承受雷击频率 N_c ，比较 N_d 和 N_c ：如果 $N_d \leq N_c$ ，可以选择是否安装建筑物防雷保护系统LPS；如果 $N_d > N_c$ ，必须依照此规范安装建筑物防雷保护系统LPS。

此规范分章节分别介绍了各种适用建筑物的防雷系统设计的要求，如表5所示。

5 结束语

根据上面的对比分析可知，各国防雷系统设计规范间差异较大，无论是风险计算公式、可容

表5 NPFA 780—2008防雷系统要求

建筑物类型	接闪器间距/m	滚球半径	最大引下线
		/m	间距/m
一般建筑物、特殊用途建筑物	边缘：≤6（或者7.6）	46	30
	内部：≤15		
包含可燃物的建筑物、船只	边缘：≤6（或者7.6）	30	30
	内部：≤15		

忍风险标准，还是LPS系统设计中的避雷网格间距、滚球半径引下线间距等均有所不同，基本没有通用性。所以在实际工程设计中，一定要选择适用于本工程的规范标准，如国内工程项目应依照国家标准，国际工程项目应根据项目地理位置和建筑物类型选择适用的规范标准。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范[S]. 北京：中国计划出版社，2011.
- [2] International Electrotechnical Commission. IEC 62305 protection against lightning [S]. 2010.
- [3] United Kingdom. BS EN 62305 protection against lightning [S]. 2012.
- [4] National Fire Protection Association. NFPA 780 standard for the installation of lightning protection Systems [S]. 2008.

（收稿日期：2016-10-09）EA

信息动态

ABB技术将电力带向欧洲之巅

海拔4 158 m的少女峰屹立于壮美的瑞士阿尔卑斯山之巅，俯瞰附近的艾格峰和莫希峰。乘坐少女峰火车，游客可以体验一段惊险刺激的旅程：在蜿蜒崎岖的山体隧道中穿行，途经冰雪岩石，经过45 min、超过9 km的行驶，抵达欧洲海拔最高（3 453m）的火车站。

ABB技术在这一历史性的工程壮举中发挥了关键作用。100多年前，ABB的前身——布朗勃法瑞公司（BBC）帮助最初的线路实现电气化；如今，ABB凭借领先的技术继续为铁路运行提供支持。ABB提供的车载牵引变压器为火车提供强大动力，将游客源源不断地送往“欧

洲之巅”。

每一列通往“欧洲之巅”的火车都配备ABB领先的动力系统，其中包括牵引变压器和紧凑型牵引变流器。牵引系统将来自接触网架空线的电力转换为适用于火车电动机的电压等级和频率，为动力系统提供所需电力。

从某种意义上说，牵引变流器相当于火车的“油门踏板”以及变速和制动，它可以将全电制动产生的电力通过牵引变压器回馈给接触网供电系统。这项技术对于提升能效有重要意义，特别是山地铁路，三列下坡火车的电力制动系统所产生的电能可以为一系列上坡火车提供足够的能量。