UDC 621.38.032.26：614.8
L 51

中华人民共和国国家标准

GB 10320—1995

激光设备和设施的电气安全

Electrical safety of laser equipment and installations

1995-07-24发布　　1996-01-01实施

国家技术监督局　发布

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　　次

1　主题内容与适用范围 ……（1）
2　引用标准 ……（1）
3　术语 ……（1）
4　要求 ……（3）
5　型式检验 ……（12）
6　出厂检验 ……（23）
7　安装规则 ……（23）
8　用户指南 ……（23）

中华人民共和国国家标准

激光设备和设施的电气安全

GB 10320—1995

代替 GB 10320—88

Electrical safety of laser equipment and installations

本标准等效采用国际标准 IEC 820—86《激光设备和设施的电气安全》(第一版)。

1 主题内容与适用范围

1.1 主题内容

本标准规定了对激光设备和设施电气部分的安全要求及有关试验,详述了最低限度的电气安全预防措施。

1.2 适用范围

1.2.1 本标准适用于符合本文所规定的激光设备和设施的安全要求及有关试验,目的是从以下几个方面为设备使用者提供可靠的防护:

a. 直接和间接的接触;

b. 过高温度作用(着火危险);

c. 炸裂和内爆;

d. 有毒的或有腐蚀性的物质的作用。

1.2.2 本标准不适用于激光设备和设施中在安全特低电压下工作、无触电危险的电气部分的直接和间接触及防护;也不适用于含有激光器部件的整个设备(例如医疗设备、办公机器及在危险环境里使用的设备)。这些设备应遵照其他的电气安全标准。但是,如果激光器从设备中拆出仍可工作,该拆出的激光器应遵从本标准的要求。本标准也不适用于处在研制或设计中的激光设备和设施。

1.2.3 本标准不适用于对激光设备所产生的激光辐射的使用;也不说明辐射防护措施。但当激光辐射防护装置与电气设备相连时,则应根据本标准中规定的试验来估计其电气安全性。

2 引用标准

GB 4793 电子测量仪器安全要求

GB 7247 激光产品的辐射安全、设备分类、要求和用户指南

GB 4208 外壳防护等级的分类

GB 4776 电气安全名词术语

GB 5465.2 电气设备用图形符号

GB 1633 热塑性塑料软化点(维卡)试验方法

GB 2900.10 电工名词术语 电线电缆

3 术语

3.1 I 类设备 class I equipment

这类设备是有绝缘的设备,其导电部件或者是难于触及的,或者是可能触及的,但只在发生绝缘故

国家技术监督局 1995-07-24 批准　　1996-01-01 实施

障时才会带电。这类设备要有连接保护导体的装置。

3.2 Ⅱ类设备 class Ⅱ equipment

这类设备具有附加绝缘(在基本绝缘发生故障时的辅助绝缘),在发生基本绝缘故障时不会产生触电危险。它不必连接保护导体,也不依赖于安装条件。

注:其中包括:双重绝缘、加强绝缘和根据设备绝缘的特征参数,利用保护阻抗或元件的组合和绝缘材料的绝缘。

3.3 Ⅲ类设备 class Ⅲ equipment

这类设备其电压不超过安全特低电压,并无触电危险。

注:这类设备一般无接地端子,但也不排除已有的接地装置。

3.4 电气工作禁区 closed electrical operating areas

电气工作禁区为能锁住的专门用于电气设备运行的房间或场所,其内部的设备(如配电系统、开关柜、开关板等)可根据使用方便任意放置,此场所只允许符合国家规定的专门人员进入。

这种电气工作禁区可以是:可进入的开关站、配电系统、变压器室、配电室等。

3.5 电气工作区 eletrical operating areas

电气工作区为主要用于电气设备运行的房间或场所,通常只允许符合国家规定的专人进入,例如:开关室、控制中心、配电系统、电气机械室。

3.6 直接接触 direct contact

与电气设备中带电部分的接触。

3.7 间接接触 indirect contact

与设备中因故障才带电的部分的接触。

3.8 带电导体 live conductor

任何用于传输电能的导体,例如三相电源系统的相线和中线。

3.9 带电部分 live part

正常使用中用来馈电的导体或导电部分,包括中性导体,但习惯上不包括保护中性导体。

注:该术语并非意味着有触电危险。

3.10 不带电部分 dead part

电气设备中除带电部分外的任一导体或导电部分,即除非发生故障否则不能成为带电的部分。

3.11 与电网电源导电连接的部分 part conductively connected to the supply mains

设备不接地时,设备部件通过一个 2 kΩ 的电阻器与供电电路任一端子连接,若在该电阻上有一个大于 0.7 mA(峰值)的电流,则认为该部分与电网电源导电连接。

3.12 等电位连接 equipotential connection

等电位连接是为了消除电位差的连接。

3.13 等电位导体(带状导体或连接用的导体) equipotential conductor (strap or bonding conductor)

保证等电位的导电连接件。

3.14 激光设备和设施 laser equipment and installations

根据受激辐射或由此得出的原理为基础制成的设备和设备的组合,其中包括功能上有关的电气设备。

3.15 应急停机装置 emergency stop device

在危险情况下,使设备或设施部分或全部立即停止工作的装置。

3.16 框体 frame

框体是可能接触的不带电部分。

3.17 等离子体管 plasma tube

在气体激光器中含有气体激光介质的放电室。

3.18 脉冲电流 impulse current

放电室(即等离子体管或泵浦管)脉冲工作期间流动的电流。

3.19 指示装置 indicating device

直接或间接指示设备或设施的工作状况的装置。例如:信号件、警告灯、指示仪表(模拟或数字)及各种开关。这些开关的手柄或操纵杆的位置应明显醒目并且具有适当的标记。

3.20 便携式设备 portable equipment

专门设计的便于用手携带的设备。

3.21 保护导体 protective conductor

将不带电部分特别是框体或底盘互相连接,并接地的导体。

3.22 保护接地 protective earth

将防护间接接触,将框体或底盘部分直接接地。

3.23 额定工作状态 rated duty

指在额定电压和频率下具有额定的输出阻抗的工作状态。

3.24 系统的额定频率 rated frequency of a system

在此频率下,电路具有给定的工作特性,该频率决定着设备和设施的尺寸。

3.25 额定功耗 rated power consumption

在额定工作期间所消耗的有效或视在功率。脉冲工作时应考虑脉冲周期。

3.26 系统的额定电压 rated voltage of a system

对系统所指定的并与表示系统一定的工作特性有关的电压,除特别说明外,所用的电压值为正弦波均方根值(即有效值)。

3.27 安全电路 safety circuits

用以提供电气防护和防止因故障或人为差错而引起的意外带电的电路。它包括辅助电路即用于保证特殊或附加功能(如控制、联锁等)的电路。这些电路必须符合特殊要求。

3.28 安全特低电压 safety extra-low voltage

依靠电路在不超过 50 V 不接地额定电压下工作所提供的保护措施,以保证绝缘发生故障时,没有触电危险的电压。

3.29 基本正弦波形 substantially sinusoidal waveform

失真系数不超过 5%的正弦波形。

3.30 触发电压 trigger voltage

放电室电极之间放电过程开始所需的最低电压。

3.31 可变功耗的设备 variable-consumption equipment

指由于输出电路负载阻抗或信号参数的变化,其功耗的变化大于 15%的设备。

3.32 出厂检验 routine tests

对同一批交货的全部设备所进行的试验。

3.33 型式检验 type tests

对提供的该类型有代表性的若干样机进行的一系列试验,以确定制造厂家能否制造出符合本标准的设备。

4 要求

4.1 基本要求

设计和制造设备时,应保证在正常使用和故障状态下都能保护人身安全。

通常按下列顺序依次进行所规定的型式检验,检查是否符合要求:

4.1.1 电路分组要求

激光设备和设施的电路可分为本标准 4.1.1.1 条和 4.1.1.2 条两组,本标准 4.1.3、4.1.4、5.3.1

需要全本请访问 www.ertongbook.com

条和表 1 适用于本标准 4.1.1.1 条规定的电路，本标准 5.3.2 条适用于本标准 4.1.1.2 条规定的电路。

4.1.1.1 与电网电源导电连接的电路或部件以及与此等同的电路或部件：

a. 与电源、带电电压电路导电连接的电路；

b. 与上述电路没有足够绝缘的电路或部件。

4.1.1.2 其他电路

除去本标准 4.1.1.1 条中所规定的电路。

注：① 气体放电、真空和半导体通路不能提供足够的绝缘。

② 在本标准 4.1.1.1 条中不考虑载有带电电压的内部电路。

4.1.2 保护措施的应用

对本标准 4.1.1 条所规定的各种电路采用的种种保护措施只应用于所述电路。

注：通常用坚固完整的保护机壳罩住整个设备。

4.1.3 Ⅰ类设备

当设备发生故障时容易变成带电的可接触导电的金属部分，应与保护接地端子有电气连接。

为此，用于连接设备内部独立单元之间的软电线和电缆，除同轴电缆外，必须包含一保护接地导体，而不应只依赖导线外部的金属编织层。

保护接地端子与可接触导电的金属部分之间的连接必须采用下列任一方法：

4.1.3.1 直接利用接地导体的连接，要求该接地导体的横截面足以承受可能的接地故障电流。

出厂检验时用目测法检查，有疑问时测量保护接地端子与可接触金属部分之间的电阻值，该测试须满足本标准 5.6 条的要求。

4.1.3.2 间接利用中间装置的连接，要求中间装置在可接触金属部分带电时仍然工作可靠。

4.1.3.3 保护接地端子可以与导电良好的保护屏蔽连接，保护屏蔽应把电源电路及与此等同的电路与其他电路隔离，并与这些电路互相绝缘，以便能承受本标准第 5.3、5.4、5.5 和 5.6 条规定的试验。

保护屏蔽可用一条可拆卸的连线与可接触金属部分连接。

用目测法及本标准 5.3、5.4、5.5 和 5.6 条规定的试验检查。

4.1.4 Ⅱ类设备

4.1.4.1 Ⅱ类设备不得带有保护接地端子。对Ⅱ类设备来说，在带电底板和局部或全部金属机壳上，或与该金属机壳绝缘的底板上，应采取下列防护措施：

a. 全部用与绝缘机壳等效的绝缘层覆盖整个与底板四周靠近的机壳内壁和松动的带电部分，可能触及到的机壳内壁。

b. 设计时，应使底板或其他带电部分与机壳之间的爬电距离和电气间隙，在部件和导线松动时，不能小于表 1 规定值的 50%。

4.1.4.2 为满足上述要求，必须有下述条件：

a. 不能同时出现两个独立故障；

b. 用紧垫圈紧固的螺钉和螺母应不易松动；

c. 除焊接方法外，用机械法固定的导线应不易松动。

用目测法和测量法检查，以保证其值不小于表 1 规定值的 50%。

4.1.5 与电网电源直接连接的部分

与电网电源直接连接的部分的爬电距离和电气间隙，其值至少为表 1 第三栏所给出的数值。用目测法和测量法检查，以确保其值至少为表 1 规定的爬电距离和电气间隙值。

表 1　4.1.1.1 条规定的部件和电路的爬电距离和电气间隙

额定电压或绝缘电压		距Ⅱ类设备的可接触金属部件		距Ⅰ类设备可接触的金属部件及设备的其他电路	
1		2		3	
直流或正弦波交流均方根值 V	交流峰值或合成电压 V	电气间隙 mm	爬电距离 mm	电气间隙 mm	爬电距离 mm
>24～60	>34～85	3(2)	3(2)	2(1)	2(1)
>60～250	>85～354	4(3)	4(3)	3(2)	3(2)
>250～450	>354～630	5	7	3.5	4.5
>450～650	>630～920	6	9	4	6
>650～1 000	>920～1 400	8	13	5.5	9
>1 000～1 500	>1 400～2 100	15	18	10	12
>1 500～2 000	>2 100～2 800	18	21	12	14
>2 000～2 500	>2 800～3 600	20	23	14	15.5
>2 500	>3 600	见本标准 4.1.8 条			

注：① 括弧中较小值适用于设计和制造中没有较大间距的小型元件(印刷电路板、微型组件等)和部件，而且只有结构上能严格保证、元部件装入设备后间隙不再减小时，才允许采用这个值。

② 对双重绝缘的Ⅱ类设备，第三栏的数值分别适用于功能绝缘和附加绝缘。

③ 绝缘电压是指在基准试验条件下施加给绝缘的电压(直流或交流电压，合成电压时为交、直流电压之和)。

4.1.6　受潮湿处理后的绝缘要求

设备应有足够的绝缘强度以防止击穿和飞弧，同时应有足够的绝缘电阻以防止过大的泄漏电流或热击穿。

用本标准 5.2.1，5.2.2 条和针对所有激光器的 5.3 和 5.4 条所规定的试验进行检查。若有必要本标准 5.2.4 和 5.2.6 条中规定的附加试验与本标准 5.3 和 5.4 条结合进行。

4.1.7　如果在正常工作下所产生的气体或蒸气会对绝缘产生副作用，绝缘的构成和防护应保证在这些气体或蒸气作用下，也能满足要求。

注：为此，电气设备应置入密封罩内或用吸取法除掉这些气体或蒸气。

4.1.8　如果激光设备或设施的工作电压高于表 1 中规定的电压，除了本标准 3.4 条规定的区域外，外壳应能阻挡直径大于 1 mm 的外部物体进入。

4.1.9　为户外使用而设计的激光设备，根据其标志，必须具有与本标准 4.1.9.1～4.1.9.5 条相一致的防护程度。

4.1.9.1　防止外部小固体进入

防止用工具、导线或其他厚度大于 1 mm 的物体与机壳内带电或运动部件接触。通过本标准5.12.3 条规定的试验检查。

4.1.9.2　防止液体滴入

当机壳对铅垂面倾斜增至 15°时，落入的液滴应无有害作用。通过本标准 5.2.3 条和 5.3、5.4 条中规定的试验检查。

4.1.9.3 防雨淋

对与铅垂面成60°或小于60°落下的雨水应无有害作用。通过本标准5.2.4条及5.3和5.4条所规定的试验检查。

4.1.9.4 防溅水

对液体任一方向的溅射都应无有害作用。通过本标准5.2.5条及5.3和5.4条规定的试验进行检查。

4.1.9.5 防喷水

对从规定条件的任何方向的喷嘴喷射出的水应无有害作用。通过本标准5.2.6条及5.3和5.4条规定的试验进行检查。

4.2 电缆和接线的要求

4.2.1 电缆须用至少2倍于额定工作电压的试验电压来选择。这一点不适用于传送触发脉冲电压的电缆，后者应根据本标准第5.7条的试验进行选择。如果电缆有保护编织物，那么保护编织物在机械上须牢固可靠，并保证在电气上与易接触部件连接良好。如果保护编织层兼做电路回路，也必须遵照本标准5.12.1.1条的要求，检查与保护编织层的连接是否断开。

检修时，应注意最小弯曲半径，对脉冲激光器，传输脉冲电流的电缆应遵守本标准5.7条的试验规定。

4.2.2 插头和插座应没有直接接触的危险，即使在插头拔出过程中，插头拔出或将接触元件断开后2秒内可接触的带电部分应遵守本标准4.3.2条的要求。同时应防止电压超过1 kV的插头无故断开。

4.2.3 电缆的连接应免受拉力、压力、扭力和剪切力。必须采用消除拉力的操作方式和防扭力装置。不允许采用在导线上打结，或将导线绑在附件上或用线绑导线的一端等。但为了防止松散，可以将编织导线的一端捆扎起来。

不允许使用易于脱落的部件，例如：易松动的固定夹、销子和卡环等。

消除拉力装置的一部分必须可靠地固定在附件上。

可以不使用螺旋密封套及其零件。

消除拉力装置不应带电，其结构应能保护导线免受机械损伤。

如果因为发生导线绝缘故障而使金属部件带电，消除拉力装置应由绝缘材料构成或由绝缘材料裹覆。

用目测法和操作试验检查。

4.2.4 对于Ⅰ类设备，在其故障时可能带电的全部可接触部分应相互连接，而且要与保护导体连接，以确保良好的导电性。

金属管不应用作保护导体，但为了确保其导电性，必须将其两端与保护导体电气连接，通过本标准5.6条的规定检查。

通常安装于底板上的组件或整个设备，如果底板和可触及部件可靠地连接在一起，并且这种连接符合保护导体的要求，就允许不用保护导体的连接装置。甚至当这些部件拆开时，这种连接也不应断开。

Ⅱ类设备不允许与保护导体连接。

如果设备有插座连接器，该连接器的套管不应与设备或组件有导电连接。

电缆、组件和连接装置的布置应根据在出现绝缘故障或软线损坏时，可接触部件的电压不能超过本标准5.6条中给定的安全特低电压值来确定。

保护导体和确保等电位的导体用的连接器件应满足本标准4.2.3条的要求。

试验：目测其接触情况并用内阻至少为50 kΩ的电压表测量接触电压。

若激光器包含有电容器组(脉冲激光器)，如果有保护导体，也须进行本标准5.7.3条规定的脉冲电流试验。

4.3 正常工作条件

4.3.1 温度

在正常工作条件下，设备的任一部件的温度升高都不得超过允许温度。检验应在正常工作条件下达到稳定状态后进行。应调整设备，使其温升最大。一般认为工作 4 h 后达到稳定状态。

温度的测量：

a. 对于线圈，使用电阻法确定；

b. 对于其他情形，用任一合适的方法。

应注意在测量线圈电阻时，连接于这些线圈的电路或负荷的影响应该是可以忽略的。

表 2 温升

设备部件	允许温升	
	正常工作条件 1	故障条件 2
外部部件：		
金属部件、旋钮、把手等	30	65
机壳[1]	40	65
非金属部件旋钮、把手等	50	65
机壳[2]	60	65
木质或绝缘材料机壳里面	60[2]	90[2]
绕组[3]：		
由非浸渍丝或纱等绝缘的软线	55	75
由浸渍丝或纱等绝缘的软线	70	100
树脂漆包线	70	135
聚乙烯醇缩甲醛漆包线或聚氨基甲酸(乙)脂树脂漆包线	85	150
迭片铁心	与相应的绕组相同	
电源线和引线的绝缘		
普通聚氯乙烯绝缘[3]：		
无机械应力下	60	100
有机械应力下	45	100
天然橡胶绝缘	45	100
其他绝缘材料[3],[6]		
除热塑材料以外的：		
未浸渍纸	55	70
未浸渍纸板	60	80
浸渍纱、丝、纸、编织物和尿素树脂	70	90
苯酚甲醛树脂粘合的纤维层压板	85	100
苯酚甲醛树脂粘合的无机层压板	95	130
环氧树脂层压板	120	150
天然橡胶	45	100
热塑性材料[4]	见注 5)	

注：当设备的周围环境温度与 30 C 有偏离时，表中值应作相应修正。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

1) 对在正常工作条件下不能触及的表面上很小的区域及认为易于冷却的表面，允许温升高达 60℃。

2) 绝缘材料机壳里的允许温升是该种材料所标定的值。

3) 这里仅引部分材料为例，若使用其他材料，最高温度不应超过材料生产厂家资料中所提供的允许温度。

4) 天然合成橡胶不视为热塑性材料。

5) 因为热塑性材料范围很宽，不能确定每一种热塑性材料的温升。须进一步指出，为确定温升所须考虑的温度极限为：

a. 在正常工作条件下，比软化温度低 10℃；

b. 在故障条件下，等于软化温度。

测量软化温度的较好方法由 GB 1633 所规定，并修改以下几点：

a. 穿透深度为 0.1 mm；

b. 在千分表置零或指示其初始读数前，需加 10 N 的冲击力。

6) 本表不适用于制造电阻器所用的材料。

温升不超过表 2 第一栏所给定的值。

4.3.2 直接触及的防护

4.3.2.1 概况

可接触部位不得带电，这也适用于接线端子。电压高于 1 kV 时只有使用工具才能接触带电部件，应按本标准 5.12.1 条规定的试验检查部件，确定是否可以触及。

4.3.2.2 工作轴

带电的工作轴应有足够的防护。

用本标准 5.12.2 条规定的试验检查。

4.3.2.3 旋钮、把手以及类似部件

外部把手、旋钮及其他用于操作带电组件的类似部件应用绝缘材料制造，除非它们是通过一绝缘轴或支架与带电组件连接。

金属部件的允许爬电距离和电气间隙至少为 4 mm。

用目测法和本标准 5.4 条的电压试验检查。

4.3.2.4 通风孔

通风孔的设计应使进入孔的外部悬体(例如项链)无触电危险。

用本标准 5.12.3 条规定的试验检查。

4.3.2.5 孔

如果在盖上标明是调整孔，且调整时要求向这些孔插入螺丝刀或其他工具，这种操作不应有触电危险。

用本标准 5.12.3 条规定的试验检查。

4.3.2.6 去掉保护盖后的检验

用手移去保护盖后暴露出的部件不应带电。

用本标准 5.12.1 条规定的试验检查。

4.4 故障条件

4.4.1 发热

设备在故障条件下工作时，任何部件的温度，或释放的可燃的、有毒的、腐蚀性气体或蒸汽均不应使设备四周有起火或腐蚀的危险，或有毒害工作人员的危险。

在故障条件下，对设备进行发热试验，温升不能超过表 2 中第二栏给出的值。如果有热限制装置，熔断器或熔断电阻对温度起限制作用，则应在其限温装置动作 2 min 后再测量温度。

如果没有温度限制装置，则测温应在设备工作达到稳定状态，但不能迟于设备工作 4 h 以后。

如果温度受熔断器的限制，须进行下述试验：

试验前将熔断器短接，在有关故障条件下测量流过熔断器的电流。然后，设备以此电流值并按此类

熔断器的最大熔断时间进行工作，在工作结束后 2 min 测量温度。

在测定通过熔断器的电流时，应考虑电流可能随时间变化，所以最大值电流应在接通后立即测量，或在设备发热所限定的瞬间测量，特别是内装电子管的设备。

温度的测量按本标准 4.3.1 条所述，但若壳内产生的任何火焰都不能点燃壳外的材料时，对于机壳内的部件，可做为一种例外。

通过测量机壳周围部件的温度进行检查，而所允许温升由周围部件材料的性质决定。

机壳可用阻燃材料制造，或利用具有适当内部防火层的其他材料制造，可忽略不重要的绝缘材料的熔化。

用高频火花发生器来检测部件所释放的气体是否可燃。

如由于绝缘体短路，而使温升超过表 2 中的规定值，不能认为设备不合格，但对该绝缘体或组件应进行本标准 5.4 条所规定的电压绝缘强度的试验。

如由于电阻器、电容器或电感器短路或断路而使温升超过表 2 的规定值，但所用的电阻器、电容器或电感器又符合本标准 4.1.6 条的要求，则不能认为设备不良。

为了检查是否符合本条的要求，须重复进行绝缘强度或绝缘试验。

有关更加详尽的故障条件，见本标准 5.1.3 条。

4.4.2 触及的保护

即使在故障条件下工作，也必须对直接或间接触及有防护。

热限制装置或类似装置（见本标准 4.4.1 条）应能使设备或设施与电源的全部带电极断开，对于不检查就不能鉴别的带电极，必须断开所有各极。

按本标准 4.3.2 条检查，须在故障条件下和去掉保护罩后进行，而保护罩无须满足本标准 5.8 条的要求。

4.4.3 有毒或腐蚀作用

在故障条件下，释放的有毒或腐蚀性气体不得超过有关规定。

4.5 电源切断开关及安全装置

整个设备必须能立即同所有的电源端子断开。为此，应安装一电源切断装置。如果插头的设计可防止充电电容器的电击，则可采用插头来断开设备。

在危险情况下，应使激光设备或设施立即与电源切断，如电源切断装置不能满足这一条件，须有应急停机装置。

若激光设备或设施的部件分离后仍能工作时，应有预防措施，如钥匙开关或其他有效的安全装置，做到使工作电压超过安全特低电压的电路全部断开。

4.5.1 电源切断装置

所有激光设备或设施应装有电源切断装置，该装置能使电源与全部电气设备断开，但不包括向辅助设备供电的引出线。电源切断装置应确保在全部电容器组断开后自动放电，其放电电流应小于本标准 5.12.1.1 条的给定值。

对所有激光设备或设施，电源切断装置须满足以下要求：

a. 其基本功能是使电路与电源断开，而且必须只有两个稳定的位置；

b. 必须有一可见的间隙或位置指示器，但在所有触点都未达到足够间隙之前，位置指示器不得指示出“断开”；

c. 应具有保证使其锁定于“断开”位置的器件，例如锁扣装置；

d. 如果设备只与单一的电源相连，电源切断装置应同时切断电源电路全部非接地导线，包括中线在内（如果使用的话）；

e. 如果有一个以上的电源，可考虑采用独立的电源切断装置。如因这些装置动作而可能发生危险，那么这些装置须有联锁。

对不由电源切断装置分断的照明电路，在激光设备或设施的进线处必须有其本身的开关。

如果电源切断装置位于操作人员易于快速接近的位置上，那么其断电能力应与应急停机装置所要求的相同。

必须设置附加手动开关以便能在清理、维护和修理设备之前将电容器组放电。

注：如果在操作应急停机装置时，整个设备与电源断开（见本标准 4.5.2 条），那么只要装置符合本标准 4.5.1 条的要求，也可用作电源切断装置。

4.5.2 应急停机装置

如果设施在本质上需要应急停机装置，该装置应能以一种切实可行的方法使设备停止工作，以排除对工作人员或设施的危害。

一些辅助电路例如冷却电路可以不必断开或者必须闭合。

为防止对操作人员或激光设备或设施产生危险，应急停机装置应尽可能迅速使设备停止运行。

为此，实现这项要求有下述两种办法：

a. 将一手动或电动的应急停机装置接入激光设备与电源的连接电路中。

b. 通过仅用一条指令起动的中心电路就能使关键电路全部开关设备（接触器）断开。如果有几个接触器串联或并联（例如反向接触器、或星角接触器），所有这些接触器的绕组均须断开。

激光头的激励电路和在干扰情况下必须连续工作的辅助设备的电源电路等因断电可能危及操作人员、激光设备或其他类似设备，电路不能被应急停机装置中断。

启动应急停机装置的把手或按钮必须是红色的，其位置便于观看，且操作人员易于从工作位置迅速接近。如果为一按钮，最好是蘑菇头形，红色，钮下的表面上有一黄圈。

如果激光设备或设施有几个工作台或操作台，则每一工作台都应有一个应急停机装置的启动按钮。

应急停机装置的断电装置（电路断路器、接触器）如果有足够的分断容量，可装有释放装置和断电器，也可用作过载或短路的保护装置。

4.5.3 安全电路

安全电路应满足下述要求：

电缆、导线和开关其额定绝缘电压应不小于 250 V，其绝缘电阻应不小于 1 MΩ。挠性软线应为多股绞线，其横截面积不应小于 0.75 mm^2。

设计时，建议根据静态电流原理设计。若采用动态电流原理，则在故障条件下，电路仍能保持工作状态。

连接点的接触电阻应不大于 0.5 Ω。

用本标准 5.3 条的规定检查。

安全电路在电源电压出现跌落或电路断路后电压又恢复时，不能自动闭合。

4.6 辐射保护用的电气装置

4.6.1 辐射保护装置的电气部分（例如门联锁开关）应满足本标准 4.5.3 条的要求。

4.6.2 甚至在故障条件下，也应防止激光束的意外辐射，在这种情况下，不良的绝缘和干扰脉冲都不应引起激光辐射。

结合故障条件进行试验。

4.7 机械强度

设备应有足够的机械强度，其结构应能承受在正常工作时可能产生的机械应力。通过本标准 5.8～5.10 条中的各项试验检查。在这些试验过程中要注意不应发生与本标准 4.1 条基本要求不一致的变化。

只有在设备工作时出现相当的应力情况下，才须进行上述试验。

4.8 标记

4.8.1 概述

设备应根据本标准 4.8.2 条的规定做标记。当设备使用时其上的标记应易于分辨，而且字迹清晰，不易擦掉。

应按下述方法检查标记：

样品应在温度 35℃的三氯乙烯中浸没 5 min，从溶液中取出后应用清洁的软布擦拭。标记应不损坏。如果使用自粘贴的标牌，该标牌不应因试验而松动。

必须用水重复做这个试验。

有关内容最好标在设备底部以外的表面，也允许标在手容易接触到的其他地方，但须把标记的位置在设备维修手册上注明。

4.8.1.1 熔断器的标记应包括：

a. 对额定电流低于 1 A 的，用毫安(mA)表示，对额定电流高于或等于 1 A 的，用安培(A)表示；

b. 额定电压用伏特(V)表示；

c. 制造厂名称或注册商标；

d. 符号根据有关标准。“T”为延时(防浪涌)；“TT”为超延时熔断器。这些符号可放置在额定电流前面或后面。

用目测法检查。

另外本条中的标记可示于封装面上。

4.8.2 标志

4.8.2.1 设备的标志应包括：

a. 制造厂厂名或注册商标；

b. 型号或名称；

c. 电源数据；

d. 辐射源性能(参考 GB 7247)。

4.8.2.2 设备应有下述警告标志：

a. 电气危险；

b. 过热或失火；

c. 电离辐射；

d. 炸裂或内爆；

e. 有毒物质；

f. 腐蚀性物质；

g. 激光辐射危害(见 GB 7247)。

当设备与辐射源分开时，应在辐射源上标出 b～f 的标记符号。设备和辐射源两者都应做标记符号。

注：使用的标志符号应与 GB 5465.2 所规定的一致。

4.8.2.3 设备应有指示装置，指示其工作状态(接通—断开)，甚至在光学防护装置处于保护位置时也是如此。

4.8.2.4 电源的性质用下列符号表示：

a. 交流：符号为～；

b. 直流：符号为—；

c. 交/直流：符号为≂。

4.8.2.5 使用设备所用的额定电源电压(或电压范围)，应做标记。

4.8.2.6 对可以调整到不同额定电源电压的设备，则要求在准备使用时，设备上置定的额定电压指示应易于辨认。如果设备的结构允许使用者改变电源电压，则在调整电压的同时其电压数值指示也应跟着改变。

若设备不止一个电压设定装置，则应明确所有这些装置是否都需调到同一电压值。

4.8.2.7 如果安全性取决于系统使用正确的频率，则应以赫兹(Hz)标出系统的额定频率(或频率范围)。

4.8.2.8 若设备有向其他设备供电的插座且与供电电压不同，则应标出电压值。

4.8.2.9 设备应注明正常工作条件下的最大负载。

4.8.2.10 如果有保护接地端子都应做标记符号。保护接地端子的标记不必从外面观察到。

4.8.2.11 在正常工作条件下，可能发射不同于受激辐射的危险辐射的设备或设施，应有适当的警告符号。

4.8.2.12 如果由于空间不够而不能在信号板上显示出全部其他重要标记，那么至少应注明："请参阅使用说明书"。

用目测法和测量法检查是否符合本标准 4.8.2 条规定的要求。

5 型式检验

5.1 一般说明

5.1.1 试验导则

5.1.1.1 尽可能在一台而且是同一台设备上按本标准的条款顺序进行全部试验。

5.1.1.2 除另有规定外，试验通常在正常工作条件下进行。

环境温度：15～35 C；

相对湿度：45%～75%；

大气压力：86～106 kPa(860～1 060 mbar)。

作为基准试验，应在表 3 中给定的三个标准环境条件下进行。建议具体应用时只使用其中一种标准环境条件。

5.1.1.3 除另有规定外，电压和电流应为基本正弦波，并用对测量值无明显影响的仪表进行测量。

表 3 标准环境条件

环境条件	a	b	c
温度，C 相对湿度，%	20±2 65±5	23±2 50±5	27±2 65±5
大气压	86～106 kPa(kN/m²) (860～1 060 mbar)		

5.1.2 正常工作条件检验

设备置于其正常工作位置，按生产厂家的说明进行连接并处于正常冷却状态下，下述条件的最不利的组合也看做为"正常工作条件"。

5.1.2.1 电源电压置于设备规定或设计的额定供电电压的 0.9～1.1 倍上，对规定为交直流两用设备，可用交流或直流供电。

5.1.2.2 操作人员调节时，可接触的控制旋钮处于任意位置，遥控装置可接入或不接入。

5.1.2.3 对可变功耗的设备和设施及其部件(例如电源设备)。连接最不利的负载阻抗或调至最高功耗。如果最高功耗更为不利，则应选择后者。

5.1.2.4 对电机驱动的设备，其负载条件应符合生产厂的使用说明书或合理的设定更为不利的负载条件。

当试验电机驱动设备时，该设备的其他部件不断开。

5.1.3 故障条件检验

当有电气失效或电路接法使工作状态不符合正常工作条件时，就认为存在故障条件。为了进行试验，须分别考虑每一故障；但如果前一个故障导致后一个故障，应同时对这些故障进行检验。

审查设备及其电路图，能了解设备所受故障条件作用的状况。这些故障条件应按最适当的顺序逐个加上。如果通过测量或计算，或根据设备的设计可表明已满足基本要求，则其中的某些试验可略去不做。有疑问时，则应进行试验。

故障条件检验主要包括：

5.1.3.1 爬电距离或电气间隙的短路，指爬电距离或电气间隙小于表1中数值（见本标准4.1.1.1条）。

触发电路，如果满足本标准5.7.1条中的电压试验，就不必将爬电距离或电气间隙短路。

5.1.3.2 元件的短路：

a. 电子管中的电极及灯丝；

b. 电子管灯丝和阴极之间的绝缘；

c. 半导体器件；

d. 除卡口灯（“花彩”灯）外，信号灯或警告灯的插座。

在上述元件的断开会产生危险的场合，也必须在试验中再现这种情况。

5.1.3.3 清漆、瓷漆或纺织物绝缘的短路。这种短路不能用在绕组的绝缘和绝缘套管或类似的绝缘管子上。

5.1.3.4 绝缘部位的短路，它可以包括不符合有关防止接触和温升要求的部位。符合本标准4.1.6条要求的除外。

5.1.3.5 如果电容器、电阻器或电感器的短路或断路都可能违反防止接触或温升的有关要求，那么将它们短路或断路，看两者中哪一种更为不利。

结合电路图检查设备，就可以确定本标准5.1.3.4和5.1.3.5条中所指的绝缘部件或元件。

5.1.3.6 固定带电件上防护罩的未锁紧螺钉的松动（如还相差四分之一圈）或类似器件的松动。

5.1.3.7 强制冷却系统停止工作。

5.1.3.8 对可变功耗的设备（见本标准3.31条）和电源设备，将负载阻抗连接成或调整为最不利的情况，包括短路或开路。

5.1.3.9 设备可转动部分被卡死。电动机的转矩小于满载转矩，或因机械故障或因使用不当，使电动机被卡死。

5.1.3.10 用于短时间或断续工作的电动机若出现连续运转时。

5.1.3.11 电动机辅助绕组电路的电容器短路。具有自恢复性能的电容器（如金属化纸介电容器）除外。

5.1.3.12 故障状态重复出现可能由于等离子体管或泵浦管损坏，例如：电路短路，电路断路等。

5.1.3.13 密封松脱引起泄漏。在使用导电冷却介质的地方，如所用的密封松脱，可使介质流出而易于与带电部分接触。

5.1.3.14 载有气体或液体的软管，其入口或出口处的压力增加到正常工作压力的150%的时间超过2 min，经受的最小压力为200 kPa。

5.2 湿度试验

5.2.1 受潮处理

在绝缘型式检验以前，设备首先须在温度为32～38℃的干燥室内存放4 h，而后在同一温度下，相对湿度为90%～95%的环境中存放24 h。

受潮处理的正确方法是：除冷却部件外，试验时不能在设备上或内部出现水滴。

注：如果激光设备和设施由生产厂家指定和标明只能在受控环境中工作，那么可以改变受潮处理的要求。

5.2.2 试验的实施

在受潮处理后，立即进行绝缘电阻和电压试验。

设备在受潮处理和试验过程中应处于非工作状态。

设备和设施在正常工作期间被冷却的部分在受潮处理和试验期间也必须进行冷却。

在未完成出厂检验前，不进行受潮处理。

局部或全部由绝缘材料制成的机壳在受潮处理后，应用金属箔缠绕，使其与设备端子的距离不大于20 mm。

5.2.3 防滴试验

这项试验用的防滴试验设备如图1所示，试验利用水来进行，滴水量应调整为每分钟3 mm深。

被试验设备应处于防滴试验设备下其正常工作的位置。滴水设备的底部应大于被试验设备。

被试验设备逐次在互相垂直的两平面内对其正常工作位置倾斜，其倾斜角为±15°总试验时间为10 min。

此项试验结束后，若进入设备内部的总水量不会影响其良好的工作状态，若电缆附近没有积水或水没有进入电缆则试验合格。

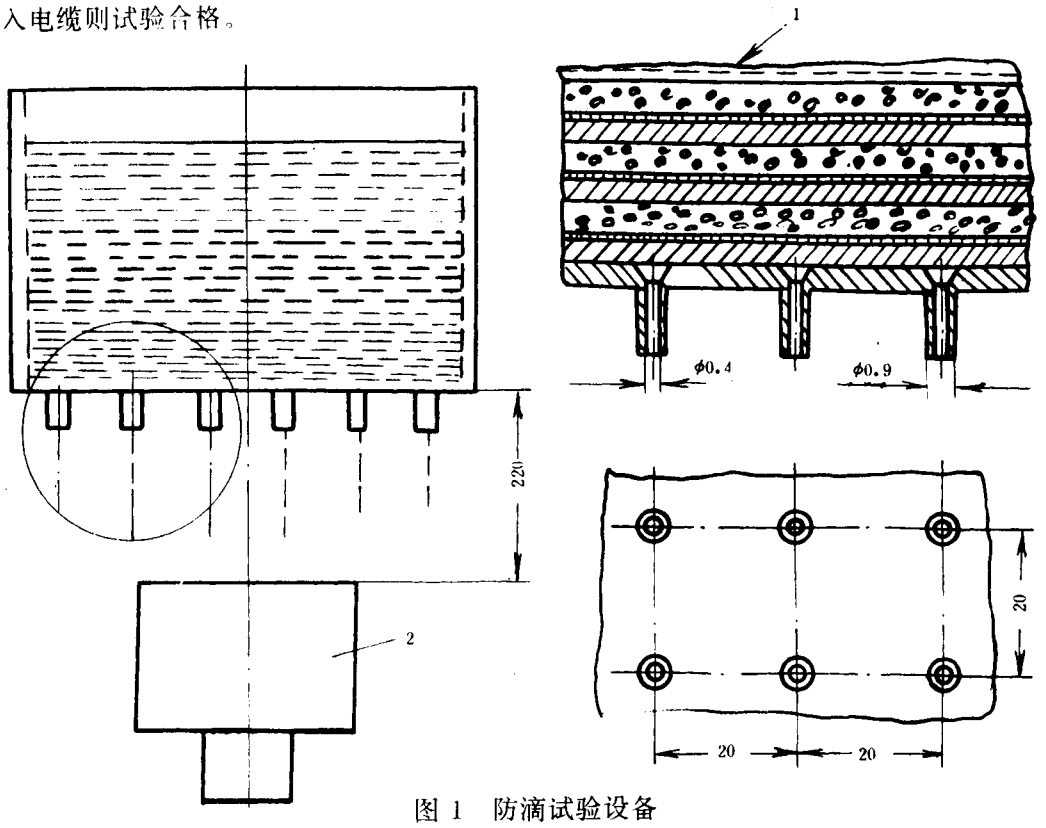


图1 防滴试验设备

1—调节水流的沙子和砂砾层，各层之间用金属网吸水纸隔开；2—被试设备

注：支座应小于被试验设备。

5.2.4 防雨试验

此项试验应用图2所示的喷洒设备。该设备由一可摆动的半圆形管子构成，其半径在考虑到被试验设备的尺寸下应尽可能小。

该摆动管可在垂直方向两边各摆动60°角。一次摆动的持续时间为2 s，水压相当于约10×10^3 mm H_2O。

转台上的被测设备应处于正常的位置，转台的轴为垂直轴，转台高度可调，以便使被测设备位于摆动管形成的半圆中心附近。

试验持续时间为10 min。如果进入设备内部的总水量不影响其良好的工作状态，如果靠近电缆处没有积水或水没有进入电缆，则试验合格。

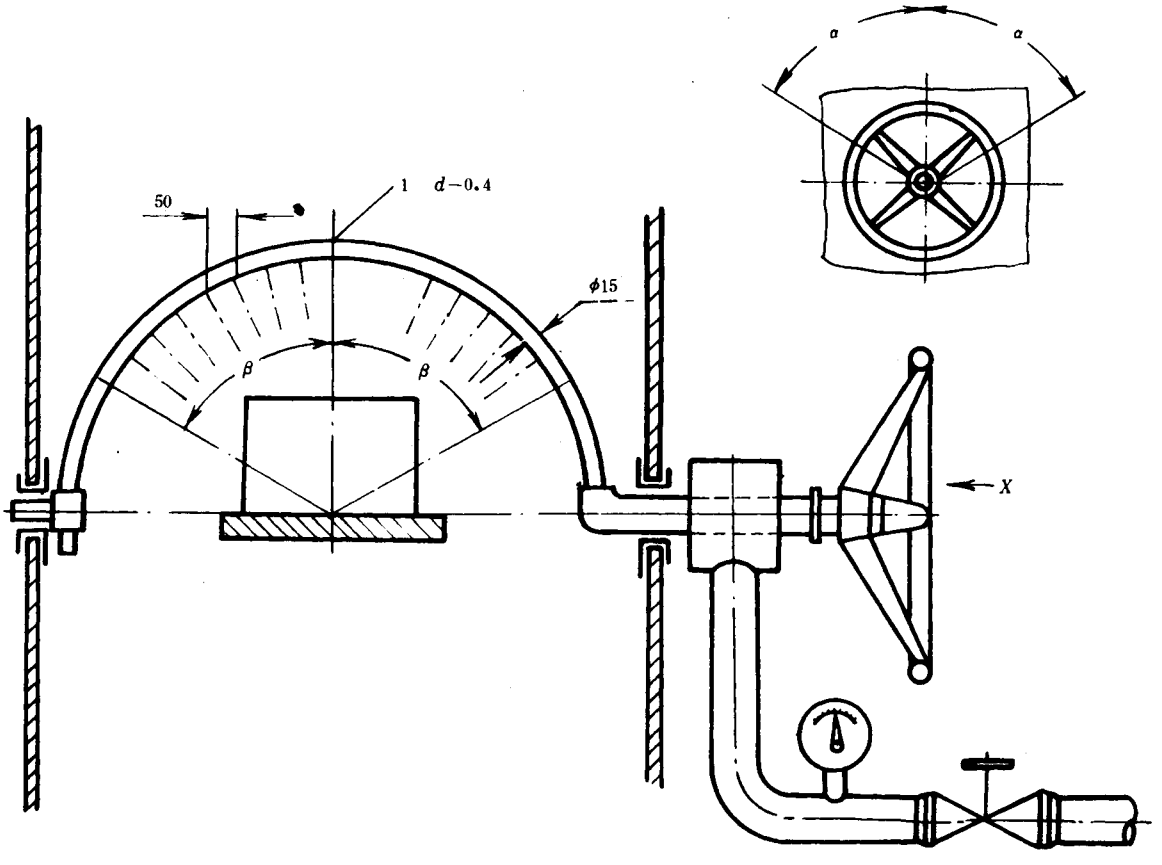


图 2 防雨淋和防溅水试验设备

第二位特征数	3	4
α	±60°	≈±180°
开孔分布半角 β	±60°	≈±90°

注：第二位特征数：3—淋水试验；4—溅水试验。

5.2.5 防溅水试验

此项试验应按本标准 5.2.4 条规定进行，摆动管须对应于垂直方向两边做几乎 180°角的来回摆动，速度为每秒 90°。此外，被试验设备的支座为栅格状，以避免起扰流作用，如果最后进入设备内的总水量不影响其良好的工作状态，如果水不积在电缆附近或未进入电缆，则试验合格。

5.2.6 防喷水试验

利用内径为 12.5 mm 的喷嘴，以各个方向，向设备喷水，其水压相当于约 10×10^3 mmH_2O。

喷嘴距被试验设备的距离应为 3 m。试验持续时间为 15 min，如果最终进入设备的总水量不影响其良好的工作状态，同时水未积在电缆附近，则试验合格。

5.3 绝缘电阻试验

5.3.1 Ⅰ类和Ⅱ类设备中属于本标准 4.1.1.1 条规定的电路。

在短路的电源电路包括与此等同的电路及从外部可接触的所有其他电路与机壳之间，施加 500 V 直流电压或者是在基准试验条件下施加在绝缘体上的电压二者中取较大的一个，当达到稳态且在施加

需要全本请访问 www.ertongbook.com