

ICS27.140

U P59

备案号: J146—2002

DL

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5140—2001

水力发电厂照明设计规范

Code for lighting design of hydropower station

2001-12-26 发布

2002-05-01 实施

中华人民共和国国家经济贸易委员会 发布

3

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5140-2001

水力发电厂照明设计规范

Code for lighting design of hydropower station

主编单位：国家电力公司水电水利规划设计总院

批准部门：中华人民共和国国家经济贸易委员会

批准文号：国家经济贸易委员会 2001 年第 31 号公告

中国电力出版社

2002 北京

中华人民共和国电力行业标准

水力发电厂照明设计规程

DL/T 5140—2001

*

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京纪元彩艺印刷厂印刷

*

2002年6月第一版 2002年6月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 2.625印张 67千字

印数 0001—4000册

*

书号 155083·577 定价 12.00元

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前 言

本标准是根据水利水电标准化系列提出的关于水力发电厂照明设计规范的要求和国家经贸委电力司《关于确认 1999 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》(电力〔2000〕22 号文)编写的。

制定本标准是为总结建国以来水利水电建设的经验,使水力发电厂的照明设计能适应水利水电建设发展的需要,符合水力发电厂自身的特点和实际。实施本标准,有利于在实际中创造良好的视觉作业环境,具有合适的亮度分布,提高工作效益和照明设计质量。原电力工业部、水利部水电水利规划设计总院组织长江水利委员会长江勘测规划设计研究院编写了本标准并与照明行业有关标准协调一致。

本标准的附录 A、附录 C 均为标准的附录,附录 B、附录 D、附录 E 均为提示的附录。

本标准由电力行业水电规划设计标准化技术委员会提出。

本标准由电力行业水电规划设计标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:长江水利委员会长江勘测规划设计研究院

本标准参加起草单位:西北勘测设计研究院

本标准主要起草人:胡以鹏、何兵、肖会荣、丁致安、张惠寰、黄贤鉴

本标准由电力行业水电规划设计标准化技术委员会负责解释。

目 次

前言

1 范围 1

2 引用标准 2

3 定义 3

4 光源与照明质量 6

5 照明方式和种类..... 10

6 照度标准..... 12

7 照明器选择与布置..... 17

8 照明计算..... 21

9 供电网络..... 23

10 照明装置 30

附录 A (标准的附录) 导线截面选择计算 33

附录 B (提示的附录) 各类规格型号绝缘导线持续允许
载流量 36

附录 C (标准的附录) 单芯导线穿管管径及导线数量
配合及铜、铝芯导线的电阻及
电抗 39

附录 D (提示的附录): 混光光源光通量比 41

附录 E (提示的附录) 物体表面亮度比推荐值 42

条文说明 43

1 范 围

1.0.1 本标准规定了水力发电厂光源、照明方式与种类、照度标准与计算以及供电网络、照明装置的选择原则和方法。

1.0.2 本标准适用于新建大、中型水力发电厂的照明设计，对改建或扩建的大、中型水力发电厂以及小型水力发电厂可参照执行。

2 引 用 标 准

下列标准包括的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB50034—1992 工业企业照明设计标准

GB50054—1995 低压配电设计规范

DL/T5090—1999 水力发电厂过电压保护和绝缘配合设计技术导则

DL/T5091—1999 水力发电厂接地设计技术导则

3 定 义

- 3.0.1 光通量 (Φ): 光源在单位时间内, 向周围空间辐射并引起视觉的能量 (与可见辐射波数量及可见辐射波长有关)。单位: 流 [明] (lm)。
- 3.0.2 光量 (Q): 表示一定时间内的光通量总量, 即光通量总量与时间的乘积 (即 $Q = \Phi t$, t 表示时间)。单位: 流 [明] · 秒 (lm·s)。
- 3.0.3 发光强度 (I): 光源在某一特定方向上单位立体角内 (每球面度) 辐射的光通量 (即 $I = \Phi/\Omega$, Ω 表示给定的立体角)。单位: 坎 [德拉] (cd) 或流 [明] / 球面度 (lm/sr)。
- 3.0.4 亮度 (L): 发光体在给定方向单位投影面积上的发光强度 (即 $L = I/S$, S 表示单位投影面积)。单位: 坎 [德拉] / 米² (cd/m²)。
- 3.0.5 色温 (T_C): 当光源发光的颜色与黑体 (能吸收全部光能的物体) 加热到某一温度所发出光的颜色相同时, 称该温度为光源的颜色温度, 简称色温。单位: 开 [尔文] (K)。
- 3.0.6 照度 (E): 单位面积上的光通量 (即 $E = \Phi/S$)。单位: 勒 [克斯] (lx)。
- 3.0.7 光谱分光: 光谱密度与波长之间的函数关系。
- 3.0.8 显色指数 (R_a): 物体在某光源照射下显现颜色与日光照射下显现颜色相符合的程度, 称为某光源的显色指数。日光的显色指数定为 100。
- 3.0.9 眩光指数: 评价照明装置产生不舒适眩光的数字。
- 3.0.10 直接眩光: 由视野中的高亮度或未曾充分遮蔽的光源产生的眩光。
- 3.0.11 反射眩光: 由视野中的光泽表面的反射产生的眩光。
- 3.0.12 工作面: 通常指在其上面进行工作的平面, 当没有其

他规定时，一般把室内照明的工作面假设为离地面 0.80m 高的水平面。

3.0.13 背景：与物体相邻近并被观察的表面。

3.0.14 可见度：人眼辨认物体存在或形状的难易程度。

3.0.15 视觉作业：在工作活动中，必须观察的呈现在背景前的细节或目标。

3.0.16 视觉环境：视野中除视觉作业以外的所有部分。

3.0.17 视野：当头和眼睛不动时，人眼能观察得到的空间范围。

3.0.18 光输出比：照明器输出的光与照明器内的灯泡（管）发射的总光通量之比。

3.0.19 发光效率（ η ）：光源所发出的光通量（ Φ ）与该光源所消耗的电功率（ P ）之比（ $\eta = \Phi/P$ ）。单位：流[明]/瓦（lm/W）。

3.0.20 采光系数：室内水平面上一点，直接和间接接收天空的总照度与一个水平面完全无遮挡地曝露在同一天空半球下所得扩散光照度之比。

3.0.21 利用系数（ U ）：工作面上接受的光通量与灯发射的额定光通量之比（ $U = \Phi_s/\Phi$ ）。

3.0.22 维护系数：照明器使用一定时期后，在工作面上产生的平均照度与该照明器新装时，在同样条件下产生的平均照度之比。

3.0.23 频闪效应：荧光灯及其他气体放电灯受交流电频率的影响，使之发射出的光线产生相应频率变化的效应。

3.0.24 室形指数：计算利用系数时用来表示房间几何特征代号，长度为 L ，宽度为 b ，高度为 h ，其室形指数为 $Lb/h (L + b)$ 。

3.0.25 空间等照度曲线：照明器的光强分布曲线与悬挂高度（ h ）和照射半径（ d ）的函数变化关系得出的 $E_h = f(hd)$ 曲线。

- 3.0.26 一般照明：**不考虑特殊局部的需要，为照亮整个场地而设置的照明。
- 3.0.27 局部照明：**为满足某些部位的特殊需要而设置的照明。
- 3.0.28 混合照明：**一般照明和局部照明共同组成的照明。
- 3.0.29 正常照明：**在正常情况下使用的室内外照明。
- 3.0.30 事故照明：**因正常照明的电源发生故障而启用的照明。
- 3.0.31 标志照明：**在建筑物内外，装设显示场所及设备用途的照明。
- 3.0.32 指示照明：**在建筑物内外，指明场所及设备标志的照明。
- 3.0.33 疏散照明：**它是事故照明的一部分，用以确保安全出口通道能被有效地辨认和应用，使人们安全撤离建筑物。
- 3.0.34 障碍照明：**在建筑物内外装设的作为障碍标志用的照明。
- 3.0.35 诱导照明：**在建筑物内外，指引工作人员工作和撤离现场，行进路线的照明。

4 光源与照明质量

4.1 光源选择

4.1.1 水力发电厂应采用光效高、光色好、启动性好、寿命长的光源。

4.1.2 照明光源应根据被视对象的要求、使用场所的特点及照明种类，按以下原则选择。

1 识别颜色要求较高的场所，宜采用白炽灯、荧光灯、卤钨灯、碘钨灯、金属卤化物灯及氙灯。

2 开断频繁或因频闪效应影响视觉效果以及需要防止电磁波干扰的场所，宜采用白炽灯、卤钨灯及碘钨灯。

3 在环境温度较低的场所，宜采用白炽灯、卤钨灯、碘钨灯及氙灯。

4 振动较大的场所宜采用气体放电灯。

5 在经常出现云雾的场所应采用透雾力强的高压或低压钠灯。

6 安装高度比较高并需大面积照射的场所、宜采用气体放电灯及长弧氙灯。

7 当事故照明由直流供电时，宜采用白炽灯、卤钨灯。当不需要交直流切换时，可采用其他光源。

4.1.3 在同一场所内，当一种光源的光色不能满足要求时，可采用两种及以上的混光光源。混光光通量比可按附录 D 表 D1、表 D2 选择计算。

4.2 照明质量

4.2.1 为限制眩光的作用，应采取如下措施。

1 为限制直接眩光，室内一般照明的照明器距地最低悬挂

高度不宜低于表 4.2.1-1 中的规定值。

表 4.2.1-1 室内照明器最低悬挂高度

光源种类	反射器类型	保护角	灯泡容量 W	最低悬挂高度 m
白炽灯	搪瓷反射器	10°~30°	100 及以下	2.5
			150~200	3.0
			300~500	3.5
			500 以上	4.0
	乳白玻璃 漫射罩		100 及以下	2.0
			150~200	2.5
			300~500	3.0
荧光高压 汞灯	搪瓷反射器	10°~30°	250 及以下	5.0
	铝抛光反射器		400 及以下	6.0
卤钨灯	搪瓷反射器	30°及以上	500	6.0
	铝抛光反射器		1000~2000	7.0
荧光灯	无反射器		40 及以下	2.0
金属卤化 物灯	搪瓷反射器	10°~30°	400	6.0
	铝抛光反射器	30°以上	1000	14.0
高压钠灯	搪瓷反射器	10°~30°	250 及以下	6.0
	铝抛光反射器		400 及以下	7.0
注 1000W 金属卤化物灯有紫外线防护措施时, 悬挂高度可适当降低。				

2 室内下列场所的一般照明的照明器悬挂高度可以降低 0.5m, 但不能低于 2.0m。

- 1) 一般照明的照度低于 30lx 的房间。
- 2) 长度不超过照明器悬挂高度 2 倍的房间。
- 3) 值班人员短时停留的房间。
- 4) 室内配电装置。

3 室外工作场所及主要交通道路一般照明的照明器最低悬挂高度规定如下。

- 1) 使用保护角等于或小于 15°的照明器时, 灯距地的悬挂高度不应小于 3.5m。
- 2) 使用保护角小于 10°的照明器时, 其距地悬挂高度不得低于表 4.2.1-2 所规定值。

表 4.2.1-2 根据限制眩光作用条件室外照明器的最低悬挂高度

照明器形式	照明器灯泡最大 光通量 lm	最低悬挂高度 m		
		白炽灯高 压钠灯	高压汞灯金 属卤化物灯	荧光灯
装白炽灯、保护 角大于 15°的高压汞 灯和金属卤化物灯、 荧光灯照明器	3000 以下	5.0	5.0	5.0
	3000~5000	5.5	5.5	5.5
	5000~10000	6.0	6.0	6.5
	10000~20000	6.5	7.0	7.5
	20000~30000	7.5	8.5	9.0
	30000~40000	9.0	10.0	10.5
	40000 以上	10.5	11.0	12.0
装白炽灯、保护 角小于 15°的高压汞 灯和金属卤化物灯、 荧光灯照明器, 有 镜面和透镜系统的 广配光照明器	3000 以下	5.5	6.0	5.0
	3000~5000	6.5	7.0	6.0
	5000~10000	8.0	8.5	6.5
	10000~20000	9.0	9.5	7.5
	20000~30000	10.5	11.0	9.0
	30000~40000	12.0	12.5	10.5
	40000 以上	13.5	14.0	12.0

4 投光灯或倾斜安装的氙灯的安装高度可用下列公式计算确定。

$$H \geq \sqrt{I_0/300} \tag{4.2.1-4}$$

式中：I₀——单个投光灯的轴线光强 (cd)；
H——安装高度 (m)，安装高度不应超过 30m。
投光灯的最低悬挂高度见表 4.2.1-3 中所列值。

表 4.2.1-3 投光灯的最低悬挂高度

投光灯型式	灯泡容量 W	灯泡电压 V	最低悬挂高度 m
TG2	300	220	9.1
TG2	500	220	11.6
TG7	400	220	21.3
TG15	1000	220	21.6

5 局部照明的照明器，应具有不透明材料或漫反射材料制成的反射罩，当照明器的位置高于工作者眼睛水平视线时，其保护角不应小于 30°；当照明器的位置低于工作者眼睛水平视线

时，其保护角不应小于 10° 。

6 当工作面或识别物的表面呈镜面反射时，应采取防止反射眩光措施，例如采用漫射型或装有磨砂灯泡的照明器。

4.2.2 中控室照度均匀度不宜低于 0.7，主要室内工作场所不宜低于 0.6，非主要工作场所不宜低于 0.2；室外工作场所及主要通道最大与最小照度之比不宜超过 15:1。

4.2.3 室内相邻房间照度相差较大时，应采取措​​施缓和过渡，控制室与其相通的房间、走廊、楼梯间的照度之比在距控制室入口处 10m 的范围内不宜大于 5~10 倍。

4.2.4 在整个视野范围内，各物体表面应有合适的亮度分布，室内各物体表面亮度比值范围见附录 E。

4.2.5 为保证照明的稳定性要求应做到以下几点。

1 当电压波动频率大于每小时 10 次时，电压波动不得大于 5%。

2 严禁照明器摆动，工作面上亮度不允许经常发生变化。

3 在灯具布置密集的场所，配置荧光灯或气体放电灯的照明器应采取三相四线供电换相接线。

4.2.6 对亮度相差较大的隧洞入口处，照度应保证必要的视觉连续性，宜采用缓和过渡照明，且照明器布置应充分考虑地面，墙面及顶部的亮度分布，尽量限制产生眩光。

5 照明方式和种类

5.1 照明方式

- 5.1.1 照明方式分为一般照明、局部照明和混合照明三种。
- 5.1.2 整个场所被照面上均需达到规定照度时宜采用一般照明。
- 5.1.3 局部照明宜在下列情况中采用：
- 1 局部地点需要有较高的照度或对照射方向有要求时。
 - 2 由于遮挡而使一般照明照射不到的某些部位。
 - 3 需要减少工作区内的反射眩光时。
- 在一个工作场所内，不应单独采用局部照明。
- 装设局部照明的地点参照表 5.1.3。

表 5.1.3 水力发电厂装设局部照明的工作场所和地点

工作场所	装设地点
电厂主、副厂房 (操作管理大楼)	机旁盘、调速器仪表间(观察孔)、配电盘(柜)、封闭 (组合)电器室汇控柜、各种仪表监测点、试验台
室外变、配电装置	仪表观察点、变压器
水工建筑物	闸门高度指示器、船闸升船机限位标志、水位计、仪器 仪表监测点、行灯插座

- 5.1.4 混合照明宜在下列情况中采用：
- 1 工作位置需要较高照度时。
 - 2 采用一般照明难以达到要求或经济上不合理时。
 - 3 要求光线照射方向能变动时。

5.2 照明种类

- 5.2.1 照明种类分为正常照明、事故照明、警卫照明、标志照明(包括障碍照明、诱导照明)四种。
- 5.2.2 所有厂内房间和工作、运输、人行的通道，室外开关站、变压器场、厂区及坝顶道路、桥梁，过坝设施和各种廊道等

场所应设置正常照明。

5.2.3 正常照明因故障影响生产或造成爆炸、火灾、发生人身伤亡等严重事故的场所，为保证运行人员继续工作或人员疏散应装设事故照明和标志照明。

5.2.4 警卫照明应根据警戒任务的需要，在厂坝区及仓库等范围内装设警卫照明。

5.2.5 水力发电厂较高的建筑物、过船设施的慢行区域的航道上下游两侧的建筑物上是否装设标志照明，应与有关部门协调确定。

5.2.6 障碍照明应为红色，有条件时宜用闪光照明。

6 照 度 标 准

6.0.1 水力发电厂主副厂房，室外配电装置、辅助生产厂房和其他枢纽建筑物的最低照度值不应低于表 6.0.1 所规定的数值。

表 6.0.1 水力发电厂最低照度标准 (lx)

工作场所及对象名称	工作面名称	规定照度的平面	正常照明		事故照明	
			混合照明	一般照明	重要工作地点	主要通道
一、主副厂房及室外配电装置						
1. 发电机层（有天然采光）	设备布置及维护地区	离地 0.8m 水平面	300	100	10	0.5
2. 发电机层（无天然采光）	设备布置及维护地区	离地 0.8m 水平面	500	150	10	0.5
3. 水轮机层、母线层	设备布置及维护地区	离地 0.8m 水平面	150	50	5	0.5
4. 中央控制室（有天然采光）	反馈屏、控制台	离地 0.8m 水平面		200	30	
5. 中央控制室（无天然采光）	反馈屏、控制台	离地 0.8m 水平面		300	30	
6. 计算机室、载波微波机室、电话交换机室、特高频通信设备室、卫星设备接收室、光纤通信设备室、继电保护盘室、工业电视监视室、消防控制室		离地 0.8m 水平面		200	10—30	0.5
7. 0.4kV—35kV 高低压开关柜室、冷冻设备控制室		离地 0.8m 水平面		100	5	0.5
8. 发电机风道		离地 0.8m 水平面		20		
9. 蜗壳层（水车室、推力轴承室）		离地 0.8m 水平面		20		
10. 蓄电池室、酸室、空调通风机房、充电机室	设备布置及维护地区	离地 0.8m 水平面		30	3	0.5

表 6.0.1 (续)

工作场所及对象名称	工作面名称	规定照度的平面	正常照明		事故照明	
			混合照明	一般照明	重要工作地点	主要通道
11. 油处理室、压气机室、技术供水室、水车室、推力轴承室、外循环装置室	设备布置及维护地区	离地 0.8m 水平面		30		
12. 高压试验室	设备布置及维护地区	离地 0.8m 水平面	300	100		
13. 机修间	设备布置及维护地区	离地 0.8m 水平面	200	75		
14. 电缆室、电缆夹层				20		0.5
15. 电缆隧道及廊道		地面		5		
16. 封闭组合电气室 (GIS)		离地 0.8m 水平面	200	75	5	0.5
17. 电容器室、电抗器室、母线廊道				30		0.5
18. 主变压器室	设备布置及维护地区	离地 0.8m 水平面		50	3	0.3
19. 35kV—220kV 敞开电气配电室	设备布置及维护地区	离地 0.8m 水平面		75	5	0.5
20. 消防水泵房	设备布置及维护地区			30	5	0.5
21. 深井水泵房、排水泵房				30		
22. 休息室、交接班室				50		
23. 厂内油库				20		
24. 主要楼梯和通道		地面		10		0.5
25. 次要楼梯和通道		地面		5		
26. 坝内廊道、水下建筑物部分廊道		地面		5		
27. 尾水管层 (调压井阀门室)				20		
28. 浴室、厕所、更衣室		地面		10		

表 6.0.1 (续)

工作场所及对象名称	工作面名称	规定照度的平面	正常照明		事故照明	
			混合照明	一般照明	重要工作地点	主要通道
29. 户外配电装置的主要监视部位 (气体继电器、油标、隔离开关触头、成套设备等)		垂直		10		
30. 变压器、断路器的套管、电缆头、避雷器、隔离开关及断路器操作地点		垂直		5		
31. 设备间通道及露天绝缘油库	进行工作地区	工作面		2~3		
二、水利枢纽						
1. 船闸控制室、升船机控制室、泄水 (洪) 闸操控室、冲沙闸操控室	设备布置及维护地区	离地 0.8m 水平面		100		
2. 启闭机房、船闸闸门机房				30		
3. 充泄水阀门室、液压油泵室冷冻油泵室、送排风机房				20~30		
4. 内外部观测室、水利学渗压室				50		
5. 水质化验室、油化验室				75		
6. 船闸闸室、升船机构架及承船箱、闸门启闭机				5~10		
7. 上下游主要码头、伐道、鱼道		地面		3~5		
8. 大坝顶面、坝 (闸) 上公路桥、进出厂公路、上下坝公路		地面		1~5		
9. 大坝顶面、厂前绿化区、辅助码头				0.5		
10. 尾水平台、启闭机工作桥		地面		2~3		

表 6.0.1 (续)

工作场所及对象名称		工作面名称	规定照度的平面	正常照明		事故照明	
				混合照明	一般照明	重要工作地点	主要通道
11. 引水坝进水口、取水口水位标尺、闸门指标器			地面(工作面)		5		
12. 警卫线			地面		0.5		
13. 导航墙面、墩面			地面		0.2		
三、辅助生产厂房							
1. 金属机械加工车间	一般			500	30		
	精密			1000	75		
2. 电气修理间	一般			300	30		
	精密			500	50		
3. 修配厂	焊接车间				50		
	金工车间				50		
	锻工热处理车间				30		
	锻造车间				50		
	木工车间				50		
4. 空气压缩机室					30		
5. 乙炔站、制氧站					20		
6. 仓库	大件贮存库				5		
	中小件贮存库				10		
	精细件贮存库				20		
	工具库				30		
	乙炔瓶库				10		
	氧气瓶库				10		
	电石库				10		
7. 汽车库	停车间				10		
	充电间				20		
	机修间				30		
	重油泵房				20		
	燃油泵房				20		
四、辅助建筑物							

表 6.0.1 (完)

工作场所及对象名称	工作面名称	规定照度的平面	正常照明		事故照明	
			混合照明	一般照明	重要工作地点	主要通道
1. 接待室、办公室、医务室、会议室、资料室		距地 0.8m 水平面		50		
2. 车间休息室、单身宿舍、食堂		距地 0.8m 水平面		20~30		
3. 托儿所、幼儿园		距地 0.4~0.5m		30		
4. 设计室、制图室		距地 0.8m 水平面		100		
5. 阅览室		距地 0.8m 水平面		75		
6. 警卫室、传达室		距地 0.8m 水平面		20~30		

- 6.0.2 水力发电厂交通隧洞照明推荐照度值见表 6.0.2。
- 6.0.3 当采用气体放电灯作为一般照明光源时，在经常有人工作的场所，其照度值不宜低于 30lx。
- 6.0.4 在大型水力发电厂采用屏幕显示 (CRT) 时，其运行照度值可根据需要确定。

表 6.0.2 水力发电厂交通隧洞照明推荐照度值

设计 车速 km/h	白天人口附近部位						白天 中间 部位	夜间 全段	事故 照明
	第一段		第二段		第三段				
	长度 m	照度 lx	长度 m	照度 lx	长度 m	照度 lx			
40	20	500	20	300	40	75	30	15	0.5
20	10	300	10	150	20	50	20	10	0.5
10	5	200	5	100	10	30	10	5	0.5
注									
1. 短隧洞 ($\leq 20\text{m}$) 照度值按夜间照度值设计。									
2. 在进行照度计算时, 表 6.0.1 和表 6.0.2 的最低照度值应考虑环境污染、灯具老化等因素的影响, 计入表 8.0.6 中维护系数 K 值。									

7 照明器选择与布置

7.1 照明器选择

7.1.1 照明器类型：按结构形式分开启型、闭合型、封闭型、密封型、防爆型、防振型；按光强分布特性分直射配光、反射配光、漫射配光、均匀配光、深照配光、余弦配光、广照配光。

7.1.2 照明器应根据使用环境条件、房间用途、光强分布、限制眩光进行选择。在满足上述条件下，宜选用效率高、维护检修方便、型式美观的照明器。

7.1.3 按使用环境条件选择照明器。

- 1 在有爆炸危险的房间内，应选用防爆型照明器。
- 2 在有酸碱腐蚀性气体的房间内，宜选用耐腐蚀性的密闭型照明器。
- 3 在特别潮湿的场所，宜选用防潮照明器或带防水灯头的开启型照明器。
- 4 在有较多尘埃的场所，宜选用防尘的封闭型照明器。
- 5 在振动影响较大的场所，宜选用防振型照明器或带有防振措施的开启型照明器。
- 6 在正常环境温度和湿度中，宜选用开启型或闭合型照明器。

7.1.4 按光强分布特性选择照明器。

- 1 照明器安装高度在 6m 及以下时，宜选用广照配光和余弦配光照明器。
- 2 照明器安装高度为 6m~15m 时，宜选用直射配光照明器；高度为 15m~30m 时，宜选用深照配光照明器或其他高光强照明器。
- 3 当照明器上方有需要观察的对象时，宜选用上半球有光通分布的漫射配光照明器。
- 4 室外大面积工作场所，宜选用散照直射配光的投光灯或

其他高光强照明器。

7.1.5 在照明器有可能受到碰撞的场所,应选用带有护网的照明器。

7.1.6 中央控制室、发电机层在满足生产所需照度要求前提下,可选用型式协调、结构美观的照明器。中央控制室照明不应采用花式吊灯。

7.2 室内照明布置

- 7.2.1 照明器布置应满足下列要求：
- 1 位置的选定，应使房间整个或部分区域内亮度均匀。
 - 2 应设置在不易受到机械碰撞、管道设施干扰的安全部位。
 - 3 光线的照射方向应能满足生产的需要，避免光线被设备遮挡，必要时应采取限制眩光措施。
 - 4 布置应与建筑物相协调，做到既满足照度标准的要求，又布置合理、美观。
 - 5 所设位置应考虑维护、检修工作的安全与方便。
- 7.2.2 均匀布置照明器，应使照明器的间距 L 与照明器的计算高度 H_p 的比值满足表 7.2.2 中所列数值。
- 边排照明器与墙的距离可取 $0.25L\sim0.5L$ 。

表 7.2.2 照明器间最有利的相对距离 L/H_p

配光性质	属于该组的主要照明器	照明器间距离（或成列布置时的列间距离）与计算高度之比（ L/H_p ）	
		最有利值	最大允许值
深照配光	镜面深照灯	1.1~1.3	1.4
	带遮光栅格荧光灯，保护角 30°以上		
余弦配光	搪瓷深照型灯	1.6	1.8
	万能型工厂灯	1.8	2.5
	有反射罩防爆型灯		
	水平安装荧光灯	1.4	1.5
均匀配光	乳白球型灯、散照型防水防尘灯、天棚灯等	2.3	3.2
注 发电机层布置不采用表中数值。			

- 7.2.3 工作面不对称布置的房间和场所，照明器可采取选择布置。
- 7.2.4 进厂隧洞过渡段缓和照明长度推荐采用表 7.2.4 数值。过渡段照明器布置采用选择布置方式，而中间部位照明器布置仍应满足表 7.2.2 数值。

表 7.2.4 进厂隧洞过渡段缓和照明长度

车速 km/h	10	20	40
长度 m	20	40	80

7.3 室外照明器布置

- 7.3.1 当采用投光灯或高光强照明器集中布置时，应利用附近水工建筑物和自然条件，也可装设在独立的杆（塔）上，但必须满足现行的 DL/T5090 的要求。
- 7.3.2 当照明器采用分散布置时，可利用配电装置架构装设照明器，也可选用灯柱方式，但与带电体间必须保证有足够的安全距离。
- 对安装于高处的照明器，应根据土建结构设置固定爬梯。
- 7.3.3 室外配电装置照明，当采用一种照明方式不能满足要求时，可采用集中布置与分散布置相结合的方式。
- 7.3.4 在敞开式配电装置附近布置的照明器，其安全距离应不小于表 7.3.4 所列数值。若加装网状栅栏设施时安全距离可减小 750mm。
- 7.3.5 航运过坝设施照明，应根据枢纽总体规划及航运部门的特殊要求统一布置。升船机照明，可将投光灯装设在升船机梁架上；船闸照明，可将投光灯设置在上、下闸首的建筑物上；船闸室照明，则应与建筑物形式相配合布置照明器。
- 7.3.6 厂坝区主要道路照明，当道路宽度小于 8m 时，应采用单列布置照明器；当道路宽度大于 8m 时，宜采用双列布置或道路中心布置照明器，但道路中心装设照明器时，其安装高度不应

低于运输最高设备的高度。
路灯杆间距以 25m~40m 为宜。

表 7.3.4 室内外照明器距不带栅栏裸带电部分的安全距离

室外		室内	
电压等级 kV	安全距离 m	电压等级 kV	安全距离 m
3~10	0.95	1~3	0.825
15~20	1.05	6	0.850
35	1.15	10	0.875
60	1.40	15	0.900
110J	1.65	20	0.930
110	1.75	35	1.050
220J	2.55	60	1.300
330J	3.25	110J	1.600
500J	4.55	110	1.700
		220J	2.550
注			
1.110J、220J、330J、500J 系指中性点直接接地电网。			
2.未列入此表中的电压等级可由使用部门自定。			

7.3.7 布置照明灯杆（柱）时，应避免设置在上、下水道、管沟等地下设施上，应与消防栓保持 2m 距离，灯杆（柱）与路边的距离以 0.5m~1.0m 为宜。

7.4 照明器的安装

- 7.4.1 照明器的安装应牢固、可靠、且便于维护与检修。
- 7.4.2 照明器及其附件的重量超过 3kg 时，必须固定在预埋的吊钩或膨胀螺栓（钢制）上，安装时应采取防护措施。
- 7.4.3 吊灯不宜采用软导线作承受力的吊线。
- 7.4.4 集中布置荧光灯附件时，应装设在难燃材料制成的箱（柜）内，便于维护和检修。

8 照 明 计 算

8.0.1 有特殊要求需精确验算照度的场所宜用“逐点计算法”计算工作面上的照度。

8.0.2 采用一般照明的场所符合下列条件之一时，可用“利用系数法”、“概算曲线法”计算平均照度。

1 照明灯具均匀布置。

2 一般场所水平工作面的照度计算。

8.0.3 采用投光灯照明的场所，其数量和容量可按“流明法”进行计算。

8.0.4 “单位面积容量法”可用于初步设计时的近似计算，亦可初步估算照明用电量。

8.0.5 在进行照度计算时，发光体可按下述原则分类：

1 当发光体的长度 $L \leq H_p/2$ ，或圆形发光体的半径 $r \leq H_p/4.5$ ，长方形发光体的对角线 $C \leq H_p/4.5$ 时，可视为点光源。

2 当发光体的长度 $L \geq H_p/2$ ，宽度 $b \leq H_p/2$ 时，可视为线光源。

3 当圆盘形发光体的半径 $r \geq H_p/4.5$ ，长方形发光体的对角线 $C \geq 2H_p/4.5$ ，宽度 $b \geq H_p/2$ 时，可视为发光面。

8.0.6 在计算照度时，应计入表 8.0.6 中所列的维护系数 K ，以保证工作场所的照度不低于规定的最低照度值。

8.0.7 采用“利用系数法”计算工作面上的照度时，应计入表 8.0.7 中所列的最小照度系数 Z ，以满足各工作面的照度不低于规定值。

最小照度系数计算公式为：

$$Z = E_{pj}/E_{zd}$$

式中： E_{pj} ——平均照度值 (lx)；

E_{min} ——最低照度值 (lx)。

表 8.0.6 维护系数 K

序号	环境污染特征	场所	K 值	
			卤钨灯	白炽灯、 荧光灯、 荧光高压汞灯
1	有微量尘埃 (清洁)	厂房、开关站(变压器场)的控制室,船闸、泄水闸、升船机操控室,通信设备室,计算机室,配电盘室,继电保护盘室,蓄电池室,仪表室,电气试验室,发电机层,水轮机层,蜗壳层,母线层,变压器、电抗器、开关室,给排水泵房,启闭机及阀门室	0.80 (0.85)	0.75 (0.80)
2	有少量尘埃 (一般)	机修间,通风机室,空调机室,油处理室,电缆夹层及管线通道	0.75 (0.81)	0.70 (0.76)
3	屋外露天场所	道路,屋外开关站、变压器场,坝顶泄水及过坝建筑物	0.75	0.70
注 括号内数字供逐点计算法计算照度采用。				

表 8.0.7 最小照度系数 Z 值

照度器 型 式	L/H_p			
	0.8	1.2	1.6	2.0
	Z 值			
余弦配光	1.20	1.15	1.25	1.50
深照配光	1.15	1.10	1.20	1.40
均匀配光	1.00	1.00	1.20	1.20
注 L ——灯间距。				

9 供电网络

9.1 照明网络供电电压

9.1.1 正常照明网络电压采用交流 380/220V；事故照明网络电压采用交、直流 220V 或 110V。

9.1.2 供一般检修用携带式作业灯（行灯），其电压应为 36V 及以下。

9.1.3 安装于水轮机室、发电机风道等地的照明器，当高度低于 2.4m 时，应设有防止触电的安全措施，或采用 36V 及以下电压供电。

9.1.4 照明器端电压的偏移值一般应在 $\pm 5\%$ 以内。对于下列房间和场所的照明电压不宜低于以下数值。

1 视觉要求较高的主副厂房内的生产场所，如发电机层、中央控制室、通信室、继电保护盘室、计算机室的照明供电电压为额定电压的 97.5%。

2 道路照明、廊道照明、警卫照明、事故照明及电压为 12V~36V 的检修照明，其电压可为额定电压的 90%。

3 对远离供电电源的一般场所照明，其电压可为额定电压的 90%；但重点供电区域其电压为额定电压的 95%。

4 气体放电灯的电压不应低于额定电压的 95%。

9.2 照明负荷计算

9.2.1 照明线路负荷计算

1 照明主干线路负荷计算为：

$$P_{js} = K_t P_x (1 + a) \quad (9.2.1-1)$$

2 照明分支线路负荷计算为：

$$P_{js} = P_x (1 + a) \quad (9.2.1-2)$$

3 照明负荷不均匀分布时负荷计算为：

$$P_{js} = K_t 3 P_{zd} (1 + a) \tag{9.2.1-3}$$

上述各式中： P_{js} ——照明计算负荷 (kW)；
 P_z ——正常照明与事故照明的装置容量 (kW)；
 P_{zd} ——三相中最大一相照明装置容量 (kW)；
 K_t ——照明装置同时系数，详见表 9.2.1-1 中数值；
 a ——镇流器及其附件损耗系数，详见表 9.2.1-2 中数值。

表 9.2.1-1 照明负荷同时系数 K_t

序号	工 作 场 所	正常 照明	事故 照明
1	有窗主、副厂房 (生产车间)	0.8	1.0
2	无窗主、副厂房 (生产车间)	0.9	1.0
3	有窗控制室及保护、通信、计算机室	0.9	1.0
4	无窗控制室及保护、通信、计算机室	1.0	1.0
5	操作管理楼 (生产车间)	0.8	1.0
6	操作管理楼 (非生产车间)	0.5	
7	有窗屋内配电装置室	0.5	0.5
8	无窗屋内配电装置室	0.7	0.5
9	室外开关站	0.4	
10	有窗副厂房 (非生产车间)	0.5	
11	无窗副厂房 (非生产车间)	0.8	
12	枢纽附属建筑	0.5	
13	道路照明	0.8	
14	警卫照明	1.0	
15	过坝建筑物、泄水建筑物的控制室	0.7	

表 9.2.1-2 镇流器及其附件损耗系数 a

光 源 种 类	损 耗 系 数 a
荧光灯	0.20
荧光高压汞灯	0.07~0.30
金属卤化物灯	0.14~0.22
涂荧光质的金属卤化物灯	0.14
高压钠灯	0.12~0.20

9.2.2 照明变压器容量选择:

$$S_t \geq \sum K_t P_t \frac{1+a}{\cos \varphi} \tag{9.2.2}$$

式中: S_t ——照明变压器额定容量 (kVA);
 P_t ——正常照明 (包括整流器损耗) 与事故照明装置容量 (kW);
 $\cos \varphi$ ——光源功率因数, 白炽灯、卤钨灯 $\cos \varphi = 1$, 气体放电灯功率因数及整流器损耗详见表 9.2.2 数值。

表 9.2.2 气体放电灯功率因数和镇流器功率损失

光源和镇流器的特性	功率因数 ($\cos \varphi$)	镇流器功率损失为灯管功率的百分数 %
荧光灯, 有电感镇流元件和补偿电容	0.50	25
汞灯 (荧光汞灯) 有电感镇流元件, 无补偿电容	0.57~0.60	10
荧光灯, 有电感镇流元件和补偿电容	0.90	25
高压钠灯	0.44	16
钠灯	0.40~0.61	14
钠铊铟灯	0.40~0.61	12
注 一般气体放电灯 $\cos \varphi = 0.6$ 。		

9.3 正常照明网络供电

- 9.3.1 大型电厂正常照明网络应采用照明专用有载调压变电器供电。
- 9.3.2 正常照明网络与动力网络共网运行的中型电厂, 当电压波动较大, 不满足电压质量时, 宜采用照明专用有载调压变压器供电。
- 9.3.3 当网络采用照明专用有载调压变压器供电时, 厂用公用电可作为备用电源。
- 9.3.4 当动力与照明共网时, 发电机层、中央控制室、计算机

室、通信室、保护盘室内的正常照明线路应由照明专用盘供电，其他场所照明电源可由所在场所或邻近的动力盘供电。

9.3.5 远离主厂房照明电源的枢纽设施，其正常照明网络由邻近动力盘供电方式如下：

1 全厂道路照明、警卫照明、工作廊道照明可由公用动力盘（箱）供电。

2 坝顶公路、航运过坝装置照明应由坝顶和通航设施专用变电所动力盘供电，并考虑在坝顶警卫值班室和通航操作室内设置控制点。

3 人防部门有特殊要求时，应根据实际需要，全枢纽统一考虑供电区域及供电方式。

4 远离主厂的开关站、变电所，宜由站、所内配电室动力盘供电。

9.3.6 进厂隧洞过渡段缓和照明电源夜间应自动切除，白天自动投入。

9.4 事故照明网络供电

9.4.1 设置在发电机层、中央控制室等厂内重要场所及主要通道的事故照明灯，必须由事故照明网络供电。

9.4.2 主要部位的事故照明网络，正常时，应由正常照明网络供电；事故时，应能自动切换到蓄电池直流母线或不间断电源网络上。其他部位可由备用交流电源供电。若中控室设置长明灯，可由蓄电池供电。

9.4.3 远离主厂房的重要工作间，当无事故照明供电网络时，可采用应急灯照明。

9.5 照明供电线路

9.5.1 照明主干线路设置如下：

- 1 正常照明主干线路，应采用三相四线制或三相五线制。
- 2 事故照明主干线路，当由蓄电池直流系统供电时，应采

用两线制。

3 照明主干线路上连接照明配电箱个数不宜超过三个。

9.5.2 照明分支线路宜采用单相二线制或单相三线制，对距离较长的道路、廊道及连接照明器较多的场所采用三相四线制或三相五线制。

9.5.3 距离较长的 36V 及以下的低压照明线路，宜采用三相三线制，也可采用 380/220V 线路经降压变压器以 36V 电压分段供电。

9.5.4 凡厂区所有室外照明供电线路，应单独加装开关设备。

9.5.5 使用小功率光源的室内照明分支线路，每一单相回路电流不宜超过 15A，且连接照明器和插座的总数不宜超过 25 个，非重要场所不宜超过 40 个；使用大功率光源时，每一单相回路截面可适当加大载流量。

9.5.6 事故照明线路不应装设插座。

9.6 导线截面选择

9.6.1 照明网络导线截面应按下列程序进行选择。

- 1 按线路计算电流选择导线截面（见附录 A 中 A1）。
- 2 按线路允许电压损失校验导线截面（见附录 A 中 A2）。
- 3 按机械强度允许的最小导线截面进行校核，见表 9.6.1 中数值。

表 9.6.1 机械强度允许的导线最小截面

编号	导线名称及敷设方法	导线最小截面 mm ²	
		铜线	铝线
1	屋内照明接灯绝缘导线	0.50	不采用
2	屋外照明接灯绝缘导线	1.00	不采用
3	吊灯、台灯、行灯及住宅电器有双股软线	0.45	不采用
4	工厂活动电气设备用的软线、导线或电缆，外套薄的或普通厚度的橡皮管	1.00	不采用

表 9.6.1 (续完)

编号	导线名称及敷设方法	导线最小截面 mm ²	
		铜线	铝线
5	工厂活动电气设备用的软线、导线或电缆，外套厚软管	2.50	不采用
6	固定敷设在间距不大于 1m 的鼓形瓷瓶或夹板上的绝缘导线或软线	1.00	2.50
7	固定敷设在间距不大于 1m 的针式瓷瓶上的绝缘导线或软线	1.50	4.00
8	屋内敷设的绝缘线，固定点间距为 1m~2m	1.50	6.00
9	屋内敷设的绝缘线，固定点间距不超过 6m	2.50	6.00
10	屋内敷设的绝缘线，固定点间距不超过 12m	4.00	10.00
11	屋内敷设的绝缘线，固定点间距在 12m 以上	6.00	16.00
12	屋内敷设的裸导线	2.50	6.00
13	屋内敷设的有保护层的裸导线	1.50	4.00
14	绝缘导线及有保护层的裸导线，沿外墙敷设	2.50	3.00
15	绝缘导线及有保护层的裸导线，沿外墙敷设，跨距不超过 20m	4.00	10.00
16	绝缘导线及有保护层的裸导线，沿外墙敷设，跨距在 20m 以上	6.00	16.00
17	屋外敷设的裸导线，在所有情况下跨距不超过 20m	4.00	16.00
18	屋外绝缘导线，在所有情况下跨距在 20m 以上	6.00	16.00
19	敷设在管子内的绝缘导线或电缆	1.50	2.50

- 4 导线截面与保护装置整定电流的配合应作如下考虑：
- 1) 在仅要求具有短路保护的线路中，导线的持续载流量 I

与保护装置的整定电流应满足下列关系：当用熔断器保护时， $I \geq 0.33I_f$ (I_f 为熔断器熔丝额定电流)；当用具有不可调或可调反时限特性的自动空气开关时， $I \geq I_{cl}$ (I_{cl} 为自动空气开关脱扣器整定电流)；当用仅有过流速断装置的自动空气开关时， $I \geq 0.222I_{cl}$ (I_{cl} 为自动空气开关脱扣器整定电流)。

2) 在要求具有过负荷保护的线路中，导线的持续载流量 I 与保护装置的整定电流应满足如下关系：由橡皮绝缘（或在热性能方面与其相似的）导线构成的网络，在水力发电厂的办公室、仓库以及具有火灾、爆炸危险的房间内，用熔丝或有过流速断装置的自动空气开关时， $I \geq 1.25I_f$ （或 $I \geq 1.25I_{cl}$ ）；在其他情况下有用熔丝、过流速断装置的自动空气开关保护时， $I > I_f$ （或 $I > I_{cl}$ ）。

9.6.2 零线截面按下列条件选择：

1 在单相及两相线路中，零线截面应与相线相同。

2 在采用电缆供电的三相四线制线路中，零线截面可按相线截面的 50% 选择；在采用架空导线的三相四线制线路中，当三相负荷分配不平衡，且需逐相切除时，其零线截面可与相线截面相同。

9.6.3 当分支线路上有插座时，还应计及插座允许容量。

9.6.4 对有爆炸危险、特别潮湿、振动较大、维护检修不便的场所，应采用铜芯绝缘导线。

10 照 明 装 置

10.1 照明线路的敷设与控制

10.1.1 照明线路宜采用塑料绝缘导线 (BV、BLV、BVV、BLVV 型)、橡皮绝缘导线 (BX、BLX 型) 或电缆 (VV、VLV)。

10.1.2 在有爆炸危险及有可能受到机械损伤的场所, 照明线路明敷时应穿镀锌管敷设。

在特别潮湿的场所, 照明线路明敷时宜穿管敷设。

在有酸、碱腐蚀的场所, 照明线路应采用暗敷设。

10.1.3 照明线路穿管敷设时, 导线 (包括绝缘层) 截面积的总和不应超过管子内截面的 40% 或管子内径不小于导线外径的 1.4~1.5 倍, 绝缘导线穿管配合见附录 C 表 C1。

10.1.4 当采用钢管敷设导线时, 钢管的弯曲不得小于 90° , 埋设在混凝土中的钢管, 其弯曲半径不应小于钢管外径的 10 倍。当钢管全长超过 30m, 或小于 30m 但超过 20m 并有一弯曲, 或小于 20m 但超过 12m 并有 2 个弯曲, 或小于 12m 但超过 8m 并有 3 个弯曲, 均应装设接线盒。

10.1.5 一般情况下, 管内敷设多根照明导线时, 导线的总数不宜超过 6 根; 在有爆炸危险的场所, 管内敷设的导线总数不宜超过 4 根。

10.1.6 不同电压等级和不同照明种类导线, 不应共管敷设。

10.1.7 在生产、运行的厂房内的一般照明, 宜按类别分区分组在照明配电箱内集中控制; 对经常无人值班的场所、通道、楼梯间, 廊道出入口处的照明, 应装设单独的开关分散控制; 室外照明 (坝顶、开关站、变电所、泄水闸、过坝设施、进厂、上坝公路等) 应设照明专用控制箱。

10.1.8 正常照明分支线路零线上不应装设熔断器和开关设备。

单极开关应装在相线上。

10.1.9 集中照明的分支线路上，不应设置插座。

10.1.10 铅酸蓄电池室、储酸室、油库等有可能发生爆炸或火灾的场所，严禁装设电源开关、熔断器、插座等设备。

10.1.11 事故照明线路应采用暗敷设或穿管明敷设。

10.2 照明配电箱的选择与布置

10.2.1 照明配电箱应按照明种类、电压、电流、有无进出线开关、工作场所条件进行选择。

10.2.2 在有可能发生爆炸的场所，严禁装设照明配电箱。

对潮湿和有腐蚀性气体的场所，不应装设普通开启型照明配电箱。

10.2.3 照明分电箱应布置在靠近负荷中心便于操作维护的部位。

10.2.4 照明配电箱安装高度中心距地 1.5m。

10.3 照明开关、插座的选择与安装

10.3.1 开关插座应装设在便于使用和维护的部位。楼梯、廊道照明宜采用双控开关，不应设拉线开关。

10.3.2 照明开关的安装高度其中心距地 1.2m~1.4m，距门边 200mm。

10.3.3 插座选择原则如下：

1 照明插座应根据线路敷设方式选择明装式或暗装式，应选用带接地极的三孔插座。

2 不同电压等级和用途的插座应有所区别。

3 在潮湿、多尘或室外，应采用密封防水型。

10.3.4 生产车间插座安装高度其中心距地 0.3m~0.5m 为宜，非生产车间可根据实际情况确定。

10.4 接地与接零

10.4.1 发电厂、变电所、及水利枢纽附属建筑物照明用电装置的接地与接零应符合现行的 DL/T5091 的有关规定。

电压在 220V 及以上的照明装置，其金属外壳、电缆的金属外皮和金属电缆管均需接零或接地。

10.4.2 照明网络的工作零线应两端接地。其接地方式如下：

1 在具有若干个配电箱的建筑物内，各配电箱可单独就近接入接地装置，也可将各配电箱引出的工作零线末端互相连接接地。

2 当建筑物内只有一个配电箱时，工作零线末端可接入就近的接地装置。

3 当建筑物内只有一个配电箱而附近又无接地装置时，应设重复接地装置。

10.4.3 各分支线路的中性线接零必须重复接地。

10.4.4 对远离地网不便就近接地的照明配电设备的金属外壳可直接接在零线上。

10.4.5 二次侧电压为 36V 及以下的降压变压器，严禁采用自耦变压器，其二次侧一端应接地或接零，电源侧应装设短路保护设施。

10.4.6 独立照明网线路接地电阻不应大于 4Ω 。

10.4.7 当事故照明由蓄电池直流系统供电时，严禁利用事故照明回路的零母线来接零（接地）。

凡应接零的设备，应用单独的接零支线，不允许将若干接零的设备串联接入一根接零支线上。

在有爆炸危险的场所，应采用专用接零线。

10.4.8 当照明线路采用架空敷设时，工作零线两端必须可靠接地。

导线截面选择计算

A1 按线路计算电流选择导线截面

$$I_n \geq I_{js}$$

式中: I_n ——导线持续允许载流量(A), 据导线型号规格及敷设方式而定;

I_{js} ——照明线路计算电流(A), 其计算方法如下。

A1.1 两线制线路计算电流(当照明负荷为一种光源时) 计算式如下:

白炽灯、卤钨灯:

$$I_{js} = \frac{P_{js}}{U_{nx}} \quad (A1)$$

气体放电灯:

$$I_{js} = \frac{P_{js}}{U_{nx} \cos \varphi} \quad (A2)$$

式中: P_{js} ——线路计算负荷(W);

U_{nx} ——线路额定相电压(V);

$\cos \varphi$ ——气体放电灯的功率因数。

A1.2 三相四线制线路计算电流计算式如下:

白炽灯、卤钨灯:

$$I_{js} = \frac{P_{js}}{\sqrt{3} U_n} \quad (A3)$$

气体放电灯:

$$I_{js} = \frac{P_{js}}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi} \quad (A4)$$

式中: P_{js} ——线路计算负荷 (W);

U_n ——线路额定线电压 (V)。

A1.3 当照明负荷为两种光源时, 线路计算电流可按下列式计算:

$$I_{js} = \sqrt{(0.6I_{js1} + I_{js2})^2 + (0.8I_{js1})^2} \quad (A5)$$

式中: I_{js1} ——气体放电灯光源的计算电流 (A);

I_{js2} ——白炽灯、卤钨灯光源计算电流 (A)。

选用导线的持续载流量见附录 B 表 B1~表 B3。

A.2 按线路允许电压损失校验导线截面

A2.1 单相线路电压损失计算 (对气体放电灯照明网络) (%)

$$\Delta U_L = \frac{2 \times 100(r \cos \varphi + x \sin \varphi) \Sigma I_{js} L}{U_{nx}}$$

A2.2 三相四线制线路电压损失计算 (%)

$$\Delta U_L = \frac{100(r \cos \varphi + x \sin \varphi) \Sigma I_{js} L}{U_{nx}}$$

式中: r 、 x ——分别为线路的电阻和电抗 (Ω/km), 见附录 C.0.2;

L ——线路长度 (km);

$\cos \varphi$ ——线路的功率因数, 无补偿电容时荧光灯线路的

功率因数 $\cos \varphi = 0.5$, 无补偿电容时荧光高压汞

灯和金属卤化物灯线路的功率因数 $\cos \varphi = 0.4 \sim$

0.5 , 白炽灯、卤钨灯线路的功率因数 $\cos \varphi = 1$;

ΣI_{js} ——通过线路的计算电流和 (A)。

A2.3 电压损失的简化计算

当线路负荷为纯有功功率, 且各相负荷均匀分布, 各段导线计算截面相同时, 其电压损失计算公式可简化为:

$$\Delta U_L = \frac{\Sigma M}{CS} \quad (A6)$$

式中: S ——导线截面 (mm);

C ——电压损失计算系数, 该值由线路供电系数电压及所选导线材料而定 (见表 A1)。

ΣM ——线路中负荷力矩的总和。

$$\Sigma M = \Sigma P_{js} L$$

(A7)

表 A1 计算线路电压损失公式中系数 C 值

线路额定电压 V	线路系数 及电流种类	系数 C 的计算 公式	系数 C 值	
			铜线	铝线
380/220	三相四线	$10rU_n^2$	70.860	42.540
380/220	两相三线	$10rU_n^2/2.25$	31.490	19.910
220	交流单相及 直流两线	$5rU_m^2$	11.870	7.130
110			2.970	1.780
36			0.320	0.190
24			0.140	0.081
12			0.035	0.021
注 U_n ——额定线电压 (kV); U_m ——额定相电压 (kV); r ——导线的电导率 ($m/\Omega \cdot mm^2$), 铜线 $r = 54.34m/\Omega \cdot mm^2$ (20℃), 铝线 $r = 32.25m/\Omega \cdot mm^2$ (20℃)。				

A2.4 按线路允许电压损失校验导线截面

$$\Delta U_y \% \geq \Delta U_L \%$$

(A8)

式中: $\Delta U_y \%$ ——线路允许电压损失%;
 $\Delta U_L \%$ ——线路电压损失%。
 电线穿管管径与母线数量配合比和铜、铝导线的电阻及阻抗
 值见附录 C 表 C1、表 C2。

各类规格型号绝缘导线持续允许载流量

表 B1 单芯橡皮绝缘电线的持续允许载流量 (A)

截面 mm ²	在空气中敷设		电线穿金属管敷设时, 管内穿导线的根数						电线穿硬塑料管敷设时, 管内穿导线的根数					
			2根		3根		4根		2根		3根		4根	
	铜	铝	铜	铝	铜	铝	铜	铝	铜	铝	铜	铝	铜	铝
1.0	21		15		14		12		13		12		11	
1.5	27	19	20	15	18	14	17	11	17	14	16	12	14	11
2.5	35	27	28	21	25	19	23	16	25	19	22	17	20	15
4	45	35	37	28	33	25	30	23	33	25	30	23	26	20
6	58	45	49	37	43	34	39	30	43	33	38	29	34	26
10	85	65	68	52	60	46	53	40	59	44	52	40	46	35
16	110	85	86	66	77	59	69	52	76	58	68	52	60	46
25	145	110	113	86	100	76	90	68	100	77	90	68	80	60
35	180	138	140	106	122	94	110	83	125	95	110	84	98	74
50	230	175	175	133	154	118	137	106	160	120	140	108	123	95
70	285	220	215	165	193	150	173	133	195	153	175	135	155	120
95	345	265	260	200	235	180	210	160	240	184	215	165	195	150
120	400	310	300	230	270	210	245	190	278	210	250	190	227	170
150	470	360	340	260	310	240	280	220	320	250	290	227	265	205
<p>注</p> <p>1. 适用导线型号 BX、BLX、BLXF、BXR、BBLX、BBX。</p> <p>2. 线芯允许工作温度 $T=65^{\circ}\text{C}$。</p> <p>3. 周围环境温度 $t=25^{\circ}\text{C}$。</p>														

表 B2 单芯塑料绝缘电线的持续允许载流量 (A)

截面 mm ²	在空气中敷设		电线穿金属管敷设时, 管内穿导线的根数						电线穿硬塑料管敷设时, 管内穿导线的根数					
			2根		3根		4根		2根		3根		4根	
	铜	铝	铜	铝	铜	铝	铜	铝	铜	铝	铜	铝	铜	铝
1.0	19		14		13		11		12		11		10	
1.5	24	18	19	15	17	13	16	12	16	13	15	11.5	13	10
2.5	32	25	26	20	24	18	22	15	24	18	21	16	19	14
4	42	32	35	27	31	24	28	22	31	24	28	22	25	19
6	55	42	47	35	41	32	37	28	41	31	36	27	32	25
10	75	59	65	49	57	44	50	38	56	42	49	38	44	33
16	105	80	82	63	73	56	65	50	72	55	65	49	57	44
25	138	105	107	80	95	70	85	65	95	73	85	65	75	57
35	170	130	133	100	115	90	105	80	120	90	105	80	93	70
50	215	165	165	125	146	110	130	100	150	114	132	102	117	90
70	265	205	205	155	183	143	165	127	185	145	167	130	148	115
95	325	250	250	190	225	170	200	152	230	175	205	158	185	140
120	375	285	290	220	260	195	230	172	270	200	240	180	215	160
150	430	325	330	250	300	225	265	200	305	230	275	207	250	185
注 1. 本表适用导线型号: BV、BLV、BVR。 2. 线芯允许工作温度 T=65℃。 3. 周围环境温度 t=25℃。														

表 B3 橡皮和塑料护套电线的持续允许载流量 (A)

截面 mm ²	塑料绝缘及护套电线						橡皮绝缘及护套电线	
	一芯		二芯		三芯		二芯	三、四芯
	铜	铝	铜	铝	铜	铝	铜	铝
0.12	5		4		3		3	2
0.20	7		5.5		4		4	3
0.30	9		7		5		5	4
0.40	11		8.5		6		6	5

表 B3 (续完)

截面 mm ²	塑料绝缘及护套电线						橡皮绝缘及护套电线	
	一芯		二芯		三芯		二芯	三、四芯
	铜	铝	铜	铝	铜	铝	铜	铝
0.50	12.5		9.5		7		9	7
0.75	16		12.5		9		11	9
1.00	19		15		11		13	11
1.50	24		19		14		16	13
2.00	28		22		17		18	15
2.50	32	25	26	20	20	16	21	18
4.0	42	34	36	26	26	22	32	24
6.0	55	43	47	33	32	25		
10	75	59	65	51	52	40		
<p>注</p> <p>1. 塑料绝缘适用于 RV、RVB、RVS、RFB、RFS、BVV、BLVV、RVZ；橡皮绝缘适用于 RHF、RH。</p> <p>2. 线芯允许工作温度 $T=65^{\circ}\text{C}$。</p> <p>3. 周围环境温度 $t=25^{\circ}\text{C}$。</p>								

单芯导线穿管管径及导线数量配合
及铜、铝芯导线的电阻及电抗

表 C1 单芯导线穿管管径及导线数量配合表 (mm)

线芯截面 mm^2	焊接钢管 (管内导线根数)					电线管 (管内导线根数)				
	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
1.0	15				20	15		20		25
1.5	15		20			20			25	
2.5	15		20			20		25		
4.0	15	20			25	20		25		32
6.0	20			25		20	25		32	
10	20		25	32		25	32			40
16	25		32		40	32		40		
25	32		40		50	32	40			
35	32	40	50			40				
50	40	50		70						
70	50		70							
95	50	70		80						
120	70		80		100					
150	70		80	100						
注										
1. 适用导线型号: BLX、BX、BBLX、BEX、BLV、BV、BLXF、BXF 型单芯电线。										
2. 管线长度 $L \geq 30\text{m}$ 时, 不允许有弯曲, $20 \leq L \leq 30\text{m}$ 时允许一个弯曲; $12 \leq L \leq 20\text{m}$ 时允许二个弯, $8 \leq L \leq 12$ 时允许三个弯曲。										

表 C2 明敷及穿管的铜、铝芯导线的电阻及电抗

导线截面 mm ²	铜 Ω/km			铝 Ω/km		
	电阻 r (50℃)	电抗		电阻 r (50℃)	电抗	
		明线间距 150mm	穿管电线		明线间距 150mm	穿管电线
1.5	13.7387		0.1090			
2.5	8.2432	0.337	0.1020	13.8880	0.337	0.1020
4.0	5.1520	0.318	0.0950	8.6800	0.318	0.0950
6.0	3.4347	0.309	0.0900	5.7864	0.309	0.0900
10	2.0608	0.286	0.0730	3.4720	0.286	0.0730
16	1.2880	0.271	0.0675	2.1700	0.271	0.0675
25	0.8243	0.257	0.0662	1.3898	0.257	0.0662
35	0.5888	0.246	0.0637	0.9909	0.246	0.0637
50	0.4122	0.235	0.0625	0.6944	0.235	0.0625
70	0.2944	0.224	0.0612	0.4960	0.224	0.0612
95	0.2169	0.215	0.0607	0.3655	0.215	0.0607
120	0.1717	0.208	0.0602	0.2893	0.208	0.0602
150	0.1374	0.201	0.0596	0.2314	0.201	0.0596

混光光源光通量比

表 D1 各种混光光源的混光光通量比

混光光源	光通量比 %	一般显色指数 K	色彩辨别效果
DDG+NGX DDG+NG	40~60 60~80	≥80	除个别颜色为“中等” 外,其他颜色为“良好”
KNG+NG DDG+NG KNG+NGX GGY+NGX ZJD+NGX	50~80 30~60 40~60 30~40 40~60	60~70 60~80 70~80 60~70 70~80	除部分颜色为“中等” 外,其他颜色为“良好”
GGY+NG KNG+NG GGY+NGX ZJD+NG	40~60 30~50 40~60 30~40	40~50 40~60 40~60 40~50	除个别颜色为“可以” 外,其他颜色为“中等”
注 1. GGY 荧光高压汞灯、DDG 钠灯、KNG 管钠灯、NG 高压钠灯、NGX 中显色 性高压钠灯、ZJD 高光效金属卤素灯。 2. 混光光通量比系指前一种光源与两种光源光通量的和之比。 3. 辨别效果顺序,良好—中等—可以。			

表 D2 荧光高压汞灯与白炽灯(或卤钨灯)的混光光通量比

工作场所	混光光通量比 %	识别颜色效果	混光光源的一般 显色指数 K
识别颜色要 求较高的场所	<30	红、橙、黄、绿、青、蓝、紫、 肤色——良好	>85
识别颜色要 求一般的场所	30~50	橙色——中等 其他颜色——良好	70~85
识别颜色要 求较低的场所	50~70	绿、青、蓝、紫色——良好 红、橙、黄、肤色——中等	50~70
注 混光光通量比(%)= $\frac{\text{荧光高压汞灯的光通量}}{\text{荧光高压汞灯的光通量}+\text{白炽灯(或卤钨灯)的光通量}}\times 100$			

物体表面亮度比推荐值

- 观察对象与工作面之间（仪表与控制台）：3:1
- 观察对象与周围环境之间（仪表与墙面）：10:1
- 光源（照明器）与背景（环境）之间：20:1
- 视野内最大的亮度差：40:1

水力发电厂照明设计规范

条文说明

主编单位：国家电力公司水电水利规划设计总院
批准部门：中华人民共和国国家经济贸易委员会

中国电力出版社

2002 北京

目 录

4	光源与照明质量.....	45
5	照明方式与种类.....	51
6	照度标准.....	53
7	照明器选择与布置.....	60
8	照明计算.....	66
9	供电网络.....	68
10	照明装置	76

4 光源与照明质量

4.1 光源选择

4.1.1 本条为人工照明采用光源的基本条件。

4.1.2 本条是选择照明光源的一般原则，目前我国生产的电光源用于照明的有白炽灯、卤钨灯、荧光灯、荧光高压汞灯、高低压钠灯、氙灯及金属卤化物灯等。

各种电光源的优缺点及适用场所如下：

(1) 虽然照明光源不断发展，新光源不断涌现，但由于白炽灯光色好，制造工艺简单且功率可大可小，无附件，安装方便，使用灵活，一次性投资低，尤其对照明开关要求频繁操作或要防止频闪效应要求高的，以及需要防止电磁干扰的场所是必不可少的光源，因此它在照明光源中仍然获得广泛的使用。卤钨灯、碘钨灯、氙灯与白炽灯的光色基本相同，特别是卤钨灯外形构造与白炽灯同，具有白炽灯的许多优点，它们共同的特点是功率大，宜用于高大场所照明。

(2) 白炽灯类型的光源均为钨丝通流发热产生光，损耗大、效率低，而且不易防震。在震动较大的场所，如发电机层行车梁牛腿下，空压机房不宜采用。按照照明技术经济合理性考虑，应采用光效高、寿命长、耐震的气体放电光源，如荧光高压汞灯、高低压钠灯及金属卤化物灯等。

(3) 在识别颜色要求较高的场所，如中央控制室、操作室、计算机室、载波通信室、试验室应尽量优先采用日光色荧光灯、卤钨灯、白炽灯及金属卤化物灯等。荧光灯光效高，光色较好，寿命长，价格便宜，但受制造容量的限制，且附件多，低温启动困难。因此，高大、潮湿、低温及有防火、防爆要求的场所不宜采用。金属卤化物灯类型多，有镝灯、铊钠灯、钠铊铟灯等，均属最近几年发展的新光源，它们光色好 ($R \geq 75$)，发光效率高

(52lm/W~80lm/W)。但我国目前制造工艺水平不高,因而寿命较短,现阶段大量采用不一定很合适,而发达国家生产的该类型灯泡寿命已长达 16000h~20000h,因此发展前景是好的。

(4) 有高挂条件并需要大面积照明的场所,从照明技术经济合理性考虑,应选用功率大、光效高、寿命长、照射面积大的光源,如长弧氙灯、碘钨灯、金属卤化物灯及汞钠组合灯等。

(5) 高压或低压钠灯是灯泡内的钠蒸气在压力 200mm 汞柱以上时发出的 566nm~589nm 波长的光谱波,呈金黄色,在 30mm~200mm 汞柱发出的 589nm 波长的光谱波,呈纯黄色,共同特点是发光效率高 (75lm/W~150lm/W),而显色性差 ($R_a=20\sim30$)不易分辨颜色,但能提高视觉敏锐度,且穿透烟雾的能力极强,是船闸、升船机、港口、码头及坝面和公路面照明的理想光源。

(6) 白炽灯的结构简单,适用于交直流两种供电电源,荧光灯要配套器件,适用于交流电源,由直流供电时必须加装逆变器或其他器件。为减小直流电源设备容量,一般设交直流切换装置供事故照明灯,因此事故照明若采用荧光灯就得加装逆变器件及附属开关,不经济合理。

4.1.3 本条指出电光源种类虽多,但特定的适用场所往往受到限制,仅一种光源的光色单调失真,需要两种及以上的光源才能满足光色要求时,本条允许同一场所采用两种及以上混光光源。

荧光高压汞灯与高低压钠灯均有其独特的优点,光效高,在照明工程中得到广泛的应用,但因光色差,启动与再启动时间长,使它们的使用场所受到限制,据 GB50034 编写组提供:1979 年对 30 个机械加工车间的调查,有 60% 的车间采用了荧光高压汞灯与白炽灯混光来改善光色和提高照度,由此他们根据 18 种混光比例的一般显色指数 (R_a 是参考 1964 年国际照明委员会推荐的《光源显色特性的规定和测量方法》中《试验色法》的规定进行测量的)与光通量之间的关系得出表 D2 荧光高压汞灯与白炽灯(或卤钨灯)的混光光通量表。

最近几年，由于高压或低压钠灯及金属卤化物灯的发展，在照明工程中根据汞灯呈兰灰色，钠灯呈金黄色，金属卤化物灯呈兰白色的特性，组成钠灯与汞灯或钠灯与金属卤化物灯的混合照明，用于高大厂房内作正常照明，以改善光色，提高照度，节省能耗，其混光光通量比的推荐值分别为：

高压钠灯与高压汞灯，混光照度比为 60:40~40:60，色温为 2600K~3000K，显色指数 R_a 为 38~42。

高压钠灯与金属卤化物灯，混光照度比为 60:40~30:70，色温为 2700K~3600K，显色指数 R_a 为 38~63。

4.2 照 明 质 量

4.2.1 凡人工照明设施不可能不产生眩光，在特定的环境与条件，眩光对人的视觉作业造成不良影响，因此，在实施中必须采取措施加以限制。

表 4.2.1-1、表 4.2.1-2、表 4.2.1-3 同为规定灯具悬挂的最低高度，以达到限制眩光的目的。

照明器最低悬挂高度是根据视线在中等眩光区到微弱眩光区 ($27^\circ \sim 45^\circ$) 范围内，以及生产工作活动在 6m~12m 之内决定的。视线与水平视线的角度，100W 及以下的白炽灯为 27° ，150W~200W 为 30° ，300W~500W 为 40° ，即随灯的功率增大，其视线角也增大，从而使眩光作用减弱。对无保护角的荧光灯照明器，因其表面亮度低，以 10° 视线角确定其最低悬挂高度。

对于荧光高压汞灯，高、低压钠灯及金属卤化物灯可根据目前认为可行的高度确定其最低悬挂高度。

2 为室内布置灯具限制眩光很困难的场所，按列出的场所可知，均是视觉作业比较粗糙区，照度低于 30lx 的房间很昏暗，不可能产生强眩光，短而窄的房间人的视野受到限制，无人经常值班的房间受眩光影响机率少，不易正常布置照明器的场所保证不了安装高度的要求时，可以不考虑对眩光限制，适当降低照明器的安装高度，但是为了人身安全（平均身高 1.70m，最高不会

超过 2.0m) 必须装在 2.0m 以上。

5 用作局部照明的照明器照射范围小, 安装高度一般较低, 甚至照射方向特定, 因此极易产生直接眩光, 但它功率较小, 一般装不超过 150W 的白炽灯泡, 当照明器高于工作者眼睛水平视线时, 只要保护角在 30' 以上就避开了强眩光区、当照明器低于工作者眼睛水平视线时, 因照明器顶部不透光, 不可能产生强眩光, 按条文规定设置照明器, 可以适当减少眩光。

6 观察表面呈镜面, 易产生反射眩光, 采取条文讲述的措施可以分散而减少眩光影响视觉作业。

4.2.2 GB50034 规定生产车间一般照度均匀度不宜小于 0.7, 也有规程说明主要工作场所照度均匀度不宜低于 0.7, 并指出有些国家规定厂区道路行驶部分路面的最大与最小照度之比不超过 15:1, 还有规程规定主要工作区照度均匀度不宜低于 0.6, 非工作区照度均匀度不宜低于 1/5 (即 0.2)。

对主要生产车间的照度均匀度规定值是取 0.6 还是取 0.7, 根据有关调查, 照度均匀度在 0.7 以上时工人反映满意, 0.64~0.61 差, 0.55 以下更差。

据 GB50034 编制组对 416 个车间照度实测资料统计, 点光源 (白炽灯、荧光高压汞灯等) 照度均匀度的平均值为 0.60, 线光源 (荧光灯) 为 0.57, 为排除对现场实测数据复杂因素的影响, 组合 240 个方案计算的平均照度值为 0.6。调查与计算的结果表明, 现有工厂车间的照度均匀度一般在 0.6~0.7 之间, 与日本的照度均匀度接近, 低于苏联和美国。

根据我国的经济和电力工业水平, 照度均匀度定的过高的场所不易多, 过高虽然能改善照明质量, 减少视觉作业疲劳, 但布置密度增加, 灯具数量多。减少数量均匀度, 太低不能满足视觉工作要求, 因此在水电站中除中控室外, 其他重要场所应取消高于实际的均匀度值, 即工人都满意的 0.7 作为最低照度均匀度值。而应取有关规程中规定值 0.6 是比较符合实际国情的。

中控室要求精力特别集中, 此地视力工作既紧张又持久, 照

度低且不均匀时易疲劳。而且室内范围小，灯具增减数量有限，为使全厂安全发电供电，应给运行人员以舒适的感觉，因此照度均匀度应不低于大多数人满意的 0.7。

据生理学分析，工作上的最低照度均匀度允许到 0.3，非工作场所可降低定为 0.2。这是视野受到限制，视力作业比较粗糙的环境中行走时（每秒 0.8m），一般情况下视觉机能可以适应的最低值。

室外主要通道的特点是场面大，视野比较开阔，但行人与车辆多，易发生交通事故，以间距 30m 设灯柱为例，最高与最低照度区之间距离约 15m，当车速为 40km/h (11.1m/s)，相当每隔 1.3s 视觉作业就在强弱光区内交替变换一次，亮度太悬殊视觉机能很难适应，因此虽然允许均匀度更低，但不宜相差 15 倍。

4.2.3 人的眼睛对亮度突变的场所不能马上适应，要保证必要的视觉机能连续性，在与照度标准高的控制室相邻且相通的场所，要采取过渡缓和方式布置照明器。

4.2.4 人工照明不但应使人能清楚地观看事物，而且要给人以舒适的感觉，所以在整个视野内各个表面有合适的亮度分布是必要的，过大的亮度不均匀会造成不舒适感，如墙壁、天棚太昏暗则在心理上造成不愉快的感觉，有可能引起视觉疲劳，但亮度过于均匀也是不必要的，将增加电能损耗，经过调查研究，依目前国情，室内推荐各物表面亮度比值见附录 E。

4.2.5 照明亮度的迅速变化使视力降低，这是因眼睛的适应陷入混乱，迅速变化的亮度在心理上将吸引人的注意力，对生产是有妨碍的，尤其是频率在每小时 1~10 次范围变化时，视力工作能力受到较大影响，为使照明稳定，不允许电压波动太大或照明器经常摆动，在以交流电为电源的光源中存在着光通量随电流而变化的闪烁现象，即所谓频闪效应，对视力工作很有害，它在运动和转动的物体表面上可能发生视觉歪曲变化现象，当运动物体与电源的两频率巧合到一定关系时，就可能使运动物体表现是不动或很慢，甚至反转，这无疑是非常有害的。在中控室、发电机

层等灯具多、布置密集的场所，若采取集中接一相电源，当发生频闪效应时，亮度有可能受影响变化大，对视力工作均不利，应采取三相四线，即 A、B、C 交叉换向接线的方式。

4.2.6 长隧洞与短隧洞的区别在于，一般离洞口一定距离的一点上（100m 左右），能看到隧洞出口的隧洞称为短隧洞，一般短隧洞在正常运输条件下，凡离进口前一定的距离的一点上，不能看到隧洞的出口及其连接段的隧洞，不考虑其实际长度如何，都视为长隧洞（如水电厂地下式厂房进厂隧洞），一般长度在 400m 以上，无论是否能看到出口的隧洞均称为长隧洞，这类隧洞宜考虑装设缓和过渡照明。

5 照明方式与种类

5.1 照明方式

5.1.1 明确照明方式的分类。

5.1.2 本条规定了一般照明的概念。

5.1.3 指出宜装设局部照明的几种情况。当只设局部照明时,在一个工作场所内有彼此亮度极不相同的表面,这使视觉工作发生困难,经常反复,会导致视觉过度紧张和疲劳,故在一个工作场所内不应只单独采用局部照明。

根据水力发电厂照明实践,并在调查全国部分大中型水力发电厂的基础上确定应装设局部照明的工作场所。

5.1.4 对局部视觉工作面要求照度较高场所,在场所内有固定的工作场地,而且一般照明布置密度不大,要求光射入方向不改变,从技术经济上考虑合理时宜采用混合照明。

5.2 照明种类

5.2.1 本条明确照明的种类。

5.2.2 为拟定设置正常照明的场所。

5.2.3 装设供继续工作或人员疏散用的事故照明。其具体装设事故照明工作的场所可参考表 6.0.1 最低照度标准确定。

在需装设事故照明的场所而无事故照明电源的情况下装设应急灯。

5.2.4 此条提出厂区警卫照明根据水利枢纽所在的地理位置,有无警戒任务的需要而考虑。

5.2.5 水力发电厂所在的地理位置与航空有关时,较高的建筑物对飞机的安全飞行造成威胁,因此应按航空部门的规定装设障碍照明,在有过船设施的慢行区域的航道上下游两

侧，夜间航行易发生事故，应按交通管理部门的规定安装设障碍照明。

5.2.6 本条按交通管理部门规定红色为禁止通行，采用闪光灯更可引起人注意。

6 照 度 标 准

6.0.1 水利枢纽中各类建筑物多,本条系按国内已建的一些大、中型电站中需设置的各种房间与场所,分门别类参照GB50034定的照度值。

据GB50034介绍,确定的工业企业十等共十四级的最低照度标准是在国内18个城市11个工业系统的生产车间照度实测结果,是结合视觉功能实验和用电量的经济分析制定的。

条文中的照度值是集原水电部多次组织人员调查研究论证的资料,再经现场调查,反复对照分析比较后确定的。

水力发电厂发电机层、中央控制室的照明是全厂照明设计的重要场所,照明质量的好坏对生产安全、劳动生产率以及对运行人员的身体健康有直接影响,原水电部多次组织力量对全国水力发电厂的照明进行了调查和测量。通过收集整理的发电机层、中控室照度实测结果分别见表1、表2。

表1中统计数据表明,发电机层的平均照度值在25lx~203lx范围内,但从对发电机层现场的调查来看,普遍感到其照度偏低,照度标准应提高,按GB50034中选用的自然采光的发电机层照度标准为Ⅲ等乙级时的一般照度为100lx。混合照明的照度为300lx,无自然采光的发电机层按Ⅲ等甲级考虑时取一般照度为150lx,混合照度为500lx。

表2所列中央控制室照度平均值都在100lx以上,但经调查,均反应偏低,在“1987年中国水力发电工程学会电气及自动化委员会第三次电气学术交流会”上,对中控室的照明进行了专题讨论。近几年来,中控室照度比原标准有所提高,辽宁太平湾水电站中控室最大照度值为560lx,最小照度值为280lx,平均照度为440lx,运行人员特别是监盘人员对照明质量感到满意,四川二台山联合开关站中控室照明装置于1986年4月安装完毕,

经过多年的运行，现场人员觉得照度高、亮度均匀，比较理想，其中最大照度值为 1520lx，最小照度值为 285lx，平均值为 895lx，湖北葛洲坝二江电厂中控室的平均照度值也达到 400lx 以上，实践证明，参照《水力发电厂机电设计技术规范》中中控室（无自然采光）控制台面的一般照度取 500lx 是合理的，有自然采光的中控室按无自然采光的照度低一级考虑取一般照明的照度为 300lx。

水轮机层也是水力发电厂的主要部位之一，一般装有厂房工业用阀门、事故减压阀、发电机中心配电装置及检修配电盘等，这些设备的维护操作类似 GB50034 中的焊接车间，视觉工作分类为 V 等，从现场调查认为 40lx 基本上满足要求，按 GB50034 中的 V 等的一般照明为 50lx，其值比较适用于水轮机层的照度要求。

载波微波机室是电厂与电厂、调度所的连接纽带，调度所可通过载波微波机向电厂中央控制室发布命令，载波微波机的运行正常与否直接影响电厂的可靠运行，为此对照度的要求较高。继电保护盘室也是电厂运行维护的关键场所，保护元件一般都比较小，当紧急情况处理事故时，对照度要求也较高。参照 GB50034，选择载波微波室、继电保护盘室的一般照明的照度值为 200lx。

电缆室、电缆夹层的照明主要以观察设在电缆架上的电缆为主，但其运行人员维护通过的机会比电缆隧道及廊道多，因此照度标准比电缆隧道及廊道要高，但总的来讲都属于一般观察场所，按 GB50034 选取电缆室、电缆夹层为一般的视觉工作为Ⅲ等，照度值为 20lx。电缆隧道及廊道的照度则按比电缆室、电缆夹层的照度标准低一等考虑取 10lx。

蓄电池室的墙壁均涂有耐酸漆，这种耐酸漆一般为深颜色，反射系数较低，往往给人一种昏暗的感觉，在室内除了注酸外还要观察液位及电极反映等，因此照度太低也是不太适宜的，调查统计数据的平均值为 17lx，GB50034 中蓄电池室的照度值为

20lx。用于水力发电厂此值偏低，采用提高一级取照度值为30lx。按照同等要求，蜗壳层、技术供水室、油处理室、压气机室、空调通风机房、充电机室等取与蓄电池同样的照度值30lx。

高压试验室是对电气设备进行检修测量的重要场所，只有在良好的视觉下才有利于工作，采用局部照明即可满足要求，又可减少一般照明消耗的电能，因此高压试验室采用混合照明的布置方式，即与有天然采光的发电机层的照度值一样是比较合适的，即高压试验室的照度值为混合照明 300lx，一般照明为 100lx。

机修间是水力发电厂厂内加工较小机件的地方，虽然工作机床较小，但车钳工作面均有，属于一般金属机械加工车间，按GB50034 取视觉工作等级Ⅳ等乙级，其混合照明为 200lx，一般照明为 75lx。

对于枢纽中的泄水闸、升船机、船闸等水工建筑的照度标准则参考工程中现场资料和调查数据，如葛洲坝水力发电厂船闸控制室、泄水闸操作室实测照度时，运行人员认为取 100lx 是比较合适的。船闸启闭机房照度值为 30lx 能满足运行人员的要求。

事故照明是供继续工作和人员疏散用的照明，水力发电厂的主要场所的事故照明必须满足一定照度。供暂时继续工作用的事故照明，其工作面上的照度按不低于一般照明照度 10% 选取。人员疏散用的事故照明、主要通道上的照度不应低于 0.5lx。

表 1 水力发电厂发电机层照度实值 (lx)

水力发电厂名称	厂房型式	单位容量 W/m ²	0.8m 高 水平照度			盘前 1.8m 高 垂直照度		
			最大	最小	平均	最大	最小	平均
广东流溪河水电厂	地下	10.90	31	21	27			23
广东潭岭水电厂		14.80	138	50	77			35
广东龙颈上库水电厂		12	66	30	49			34
广东南水水电厂	地下	10.30	49	10	25			17
广东长朗水电厂	地下	10.20	107	50	85			33

续表

水力发电厂名称	厂房型式	单位容量 W/m ²	0.8m 高 水平照度			盘前 1.8m 高 垂直照度		
			最大	最小	平均	最大	最小	平均
广东泉水水电厂	地下	15.20	60	20	36			15
四川映秀湾水电厂	地下	12	238	13	105	224	140	144
四川渔子溪水电厂	地下	32.30	93	35	70	27	14	22
福建古田水电厂	地下	68	203	77	132			78
浙江新安江水电厂	厂坝溢流	17.20	266	112	203	112	87	102
浙江富春江水电厂	坝后		38	15	25	20	18	19
甘肃刘家峡水电厂	半地下	12.37	56	29	42.5	61	30	45.5
甘肃八盘峡水电厂	河床	11.70	40	12	26	12	11	11.5
北京官厅水电厂	引水	10.90	31	22	26			10
下苇甸水电厂	引水	8.50	54	22	38	32	19	24
辽宁太平哨水电厂	引水	16.40	69	53	61			26
辽宁恒仁水电厂	坝后	10.60	56	42	49		30	16
辽宁回龙山水电厂	引水	7.20	74	26	49	56		40

表 2 水力发电厂中央控制室照度实值 (lx)

水力发电厂名称	厂房型式	单位容量 W/m ²	0.8m 高 水平照度			盘前 1.8m 高 垂直照度		
			最大	最小	平均	最大	最小	平均
广东潭岭水电厂		20.6	170	110	151			129
广东长朗水电厂	地下	37	150	70	115			65
四川映秀湾水电厂	地下	28.6	217	175	202	234	112	169
四川渔子溪水电厂	地下	38.6	224	147	180	147	42	94
福建古田水电厂	地下	43.7	199	175	184	84	49	62
浙江新安江水电厂	厂坝溢流	41	242	199	224	199	62	88
浙江富春江水电厂	坝后	42.5	462	378	408	280	238	264
甘肃刘家峡水电厂	半地下	87	380	240	310	200	180	190
甘肃八盘峡水电厂	河床	58.4	260	170	215	160	156	158

续表

水力发电厂名称	厂房型式	单位容量 W/m ²	0.8m 高 水平照度			盘前 1.8m 高 垂直照度		
			最大	最小	平均	最大	最小	平均
甘肃盐锅峡水电厂	坝后		210	105	157.5	30	49	
北京密云水电厂	引水	17.1	170	127	148	65	40	55
北京官厅水电厂	引水	24	250	190	207	130	120	123
北京下马岭水电厂	引水	17.3	380	190	262	200	80	134
下苇甸水电厂	引水	21.4	420	300	362	210	70	160
辽宁太平哨水电厂	引水	35.3	260	155	226	138	105	124
辽宁桓仁水电厂	坝后	15	280	190	237	160	60	116
辽宁回龙山水电厂	引水	21.4	155	65	111	100	60	83

6.0.2 隧洞入口段的亮度要求一般为接近段亮度的1/10~1/15。有关资料介绍,洞外亮度可分为三类,详见表 6.0.2。

表 3 洞外亮度的分类

类别	洞外亮度 cd/m ²	洞外自然条件
1	6000	1. 天空或海面等高亮度面积占视野面积 50% 以上时
		2. 洞口方位向正南而且为开阔地形时
		3. 洞口对面系秃山或大面积高亮度的构筑物时
2	4000	1. 洞口的开阔地带的方位偏南 45° 以上时
		2. 普通的山地在视野内占 50% 的面积时
3	3000	1. 洞口向南, 对面系森林茂密的高山时
		2. 洞口向南, 洞口系高大的构筑物的阴面, 即无直射阳光照射的地方
		3. 洞口附近有大片树林或荫道时

根据表 6.0.2 按 1/15 计算过渡段亮度, 1 类应为 400cd/m², 2 类应为 267cd/m², 3 类应为 200cd/m²。按《水电站机电设计手册》混凝土屋面喷白时的反射率为 50%, 相当于缓和照明产生的照度 1 类应为 2513lx, 2 类应为 1678lx, 3 类应为 1257lx。

由于我国电力长期以来处于紧张状态，国内还有许多公路隧洞未加缓和照明，有的隧洞入口处只有十几到几十勒〔克斯〕，而水力发电厂交通隧洞车辆的流量不大，缓和照明照度标准不宜定得太高。

当采用洞外高度的 $1/30$ 做为交通隧洞入口处缓和照明的照明标准时，1 类应为 $200\text{cd}/\text{m}^2$ ；2 类应为 $133\text{cd}/\text{m}^2$ ；3 类应为 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 。墙壁反射率 70%，相当于 1 类为 898lx；2 类应为 597lx；3 类应为 449lx。

设计交通隧洞入口方位时，应争取满足 3 类自然条件，尽量降低路面反射率。本规定推荐水力发电厂交通隧洞过渡段缓和照明第 1 段，当设计车速 $40\text{km}/\text{h}$ 为 500lx；设计车速 $20\text{km}/\text{h}$ 为 300lx；设计车速 $10\text{km}/\text{h}$ 为 200lx。第 2 段、第 3 段根据 GB50034 照度分级办法适当降低明照度值，详见表 6.0.2。

交通隧洞白天中间部位照度，据有关资料介绍日本、瑞士、法国、美国等国家当设计车速 $40\text{km}/\text{h} \sim 60\text{km}/\text{h}$ 为 $1.5\text{cd}/\text{m}^2 \sim 5\text{cd}/\text{m}^2$ ，当洞内墙壁反射率为 50% 时相当于 $9\text{lx} \sim 31\text{lx}$ 。如按本规定表 6.0.2 中白天入口处附近部位第 1 段照度值的 $1/15$ ，取墙壁反射率为 50% 时相当于 $9\text{lx} \sim 31\text{lx}$ 。如按本规定表 6.0.2 中白天入口处附近部位第 1 段照度值的 $1/15$ ，取墙壁反射率为 50%，相当于设计车速 $40\text{km}/\text{h}$ 为 33lx；设计车速 $20\text{km}/\text{h}$ 为 20lx；设计车速 $10\text{km}/\text{h}$ 为 13lx。因此，本规定推荐白天中间部位照度设计车速 $40\text{km}/\text{h}$ 为 30lx；设计车速 $20\text{km}/\text{h}$ 为 20lx；设计车速 $10\text{km}/\text{h}$ 为 10lx。

为了减少夜间洞内外亮度差及节省电能，隧洞入口处缓和照明及部分中间部位照明自动切除。夜间隧洞全段照度值取白天中间部位照度值的 $1/2$ 。

为防止隧洞内因停电可能出现的危险，隧洞内应装设事故照明，事故照明取 0.5lx。

6.0.3 实践表明，若荧光灯照度值低于 20lx 时，运行人员反映有昏暗感，产生晕眩。故在经常有人工作的场所采用气体放电灯

作一般照明光源时，其照度值不应低于 30lx。

6.0.4 目前较多大型水力发电厂的观测控制系统采用了屏幕显示 (CRT)，运行人员在中央控制室内工作对照明的要求有所变化，有时要求亮，有时则不需很亮，故室内照度值也应随运行状况相对调整，多设开关控制室内灯具，以便适当调整照度。

7 照明器选择与布置

7.1 照明器选择

7.1.1 罗列了照明器的类型，照明器是由光源与控制器（俗称灯具）组成，控制器决定了光源光通的投射方向；遮蔽光源，避免眩光；保护光源不受外界机械损伤；具有防水、防尘、防振、防酸、防爆等性能。但是因为光源性质和控制器外形结构不同以及光通量分布特性有差异，从而导致了照明器分成许多种类。

7.1.2 是选择照明器的基本原则。选择合适的照明器十分重要，关系到照明质量、安全运行、电能损耗、建设费用以及照明与建筑物布置的协调性等问题。

水力发电厂的环境条件较为复杂，房间用途分类较多，要保证安全生产和得到较高的照明效率，必须要根据环境条件、房间用途仔细认真地选择照明器。另外为了达到合理地利用光通量和减少电能损耗以及限制眩光的目的，选择照明器也需要从光分布的要求上进行考虑。

7.1.3 本条围绕水力发电厂环境条件着重介绍几种照明器的选择情况。

水力发电厂有易爆的蓄电池室；有易燃的油处理室、油库、变压器、电缆廊道；有潮湿和特别潮湿的蜗壳层、水车室以及部分廊道；有尘埃较多的风机房、发电机风道；有酸腐蚀严重的酸室；有振动厉害的发电机层行车、水轮机室内壁、升船机构架等，需要选择合适的照明器与之相配合。根据本标准条文中第5.1.1条照明器分类可知，闭合型和封闭型照明器（如防水防尘灯），光源全部由玻璃罩包起来，但照明器内部与外部的空气仍可自由流动；密封照明器其光源与外部隔绝程度胜于闭合型和封闭型，且内部与外部的空气不能流通，这样对于有酸碱腐蚀性气体及特别潮湿的房间或场所较为适用；防爆型照明器的结构可保

证在任何状态下不会因照明器损伤引起爆炸，安全可靠性更高；防振型照明器是在灯具紧固件处设有消振用的橡皮、弹簧片以及其他软部件，以保证外界振动时不影响照明器正常工作和使用寿命；开启型照明器结构简单，照明效率最高，对于正常温度和湿度的房间和场所可大量采用。

7.1.4 本条规定是按光强分布特性选择照明的几点要求。从《工业企业常用灯具照明设计计算图表》一书可查找到各类照明器的配光曲线、空间等照度曲线，这两种曲线反映出不同照明器的上、下射光通比， L/H_p 最大允许值（ L ：照明器布置间距， H_p ：照明器计算高度），保护角以及发光强度值；标明了各类照明器的光强分布特性。要使照明器发挥出应有的效率，达到设计中要求的照度值；减少和避免眩光，美化建筑设施，就需要按照照明器的光通量分布特性来选择照明器。

7.1.5 照明器不允许承受机械力的碰撞，理由是：①照明器遭碰撞容易变形或损坏；②照明器中的灯泡受损（灯丝断开、灯管破碎）不能继续发光；③无论胶木还是瓷质灯头受机械力碰撞时均易碎裂。鉴于上述情况选择照明器型式时应注意周围环境条件，在有可能遭到碰撞的场所，需要在照明器上设置坚固的保护网罩，以保证照明器安全使用。

7.1.6 照明设施不仅是水力发电厂安全运行的必要条件，同时也是美化厂区环境，协调建筑与艺术的重要措施。因此，厂内重要房间（或场所），如发电机层和中央控制室，在选择照明器时，除考虑满足规定的照度标准值外，还必须注意到照明器的造型、结构、安装方式、光源和光色，从而给人以美和自然采光的感觉。

由于中央控制室内净空不高（3.5m～5m），集中控制台一般又布置在室内中部，考虑到中央控制室要求不间断工作，照明器的维护与检修均在照明夹层内进行。因而，在中央控制室内装设花式吊灯既妨碍视觉作业，又与建筑不协调而且不安全，同时也不便于维护与检修。故本规定明确提出中央控制室不许装设各

求的照度分布的房间（或场所）中。如发电机母线室、水轮机层、上下游副厂房、主变压器间等外，在这些房间（或场所）内，照明器应沿运行人员监视和维护设备的工作地点及通道布置，布置时要避免与梁、柱、门、窗发生碰撞。

7.2.4 进厂隧洞过渡段缓和照明长度，根据人眼明暗适应时间8s~10s确定。通过计算，当车速为40km/h时，8s~10s行驶的距离为88m~110m；当车速为20km/h时，8s~10s行驶的距离为45m~55m；当车速为10km/h时，行驶距离为22m~27m。水力发电厂进厂隧洞车辆的流量不大，本规范取其下限，则当车速为40km/h时，过渡段缓和照明的长度为80m；当车速为20km/h时，过渡面缓和照明长度为40m；当车速为10km/h时，过渡段缓和照明长度为20m。

7.3 室外明器布置

7.3.1 室外照明的特点是范围广、照射面积大、距离长，因此，室外照明一般选用高光强照明器，且具有防水防尘性能。为了提高照明效果和节省灯柱（杆）器材，大面积的室外照明多采用集中布置，即将成组投光灯（或高压长弧氙灯）设置在被照物周围的水工建筑物和山坡上；也可装设在较高的杆塔和设备架构上；还可埋设布置高杆（柱）组合灯。但在室外开关站（或变电所）内布置照明器时，必须注意安全（灯与高压设备、检修维护人员与高压设备）距离，该距离必须符合《电力设备过电压保护设计技术规程》中有关规定数值。

7.3.2 面积不大，且高压设备布置较为简单的室外开关站（或变电所），可采用分散布置方式，即将照明器分散设置在通道的灯杆（柱）或设备附近及构架上。照明器安装高度要适当：①要保证对高压电气设备有足够安全距离；②要躲过开关站（或变电所）内运输大型设备的碰撞；③要方便维护与检修。

室外照明的维护与检修应依靠爬梯进行，设计和制作爬梯时要做到安全与牢固，所能承受的荷载为单个检修人员的重量以及

他携带的用具和物品重量之和，并适当注意装饰，结构协调。

7.3.3 对于高式布置的开关站（或变电所），且面积大、电气设备布置较为复杂时，仅采用集中布置（或分散布置）是不能获得较好的照明效果的。此时，采用集中布置与分散布置相结合的方式才能获得适当照度值，满足运行人员工作需要。

7.3.4 照明器的安装位置，应考虑维护与检修的方式。室外开关站（或变电所）照明器维护与检修一般是带电进行的，检修人员必须在不带栅栏裸带电导体（或设备）与照明器之间活动，其活动范围不得超出照明器 750mm，当活动范围可能大于 750mm 时则需变动照明器的安装位置。

另外，为安全可靠，还可采用网状栅栏设施，检修人员必须在网状栅栏照明器侧进行维护与检修。从而阻挡手臂及检修工具伸向带电体。

7.3.5 水利枢纽航运过坝设施的照明方式，取决于该设施（船闸或升船机）规模大小结构形式以及是否夜航等因素。本条中提到升船机和船闸的照器布置方式，系指一般而言，对于有特殊要求的通航设施，照明布置必须按水利枢纽总体规划及航运要求统一考虑。

7.3.6 坝顶、厂区公路的照明布置方式，是由道路的宽窄而定的。路面宽，行走的车辆多，公路等级高，性质较为重要，照明器宜呈双列布置；反之，路面窄，通行的车辆少，单列布置照明器即可满足要求。条文中以 8m 为界限划分道路的宽窄，原因是车道上能并列行驶三辆大型客（货）车，且两边留有 1m 宽的人行道，小于 8m 的路面只能并行两辆大型客（货）车。

无论单列或双列布置照明器，照明器在路面上空的高度必须高于公路上运输设备的最高高度，从而保证照明器不遭碰撞。

7.3.7 本条是针对设置灯杆（柱）的一般要求，消防栓是厂区灭火的重要设施，灯杆的设置应与消防栓互不干扰。另外，在灭火时，消防栓四周非常潮湿，并有水花及水雾，为防止消防栓水喷射到灯杆（柱）下部的接线盒内，影响盒内电器绝缘性能，故

要求灯杆（柱）离开消防栓一定距离，条文中的 2m 是最小距离。

7.4 照明器的安装

7.4.1 安装是关键的一道工序。照明器安装质量就是检查其安装是否牢固与可靠，这是安装必须遵照的准则。只有安装牢固与可靠才可避免事故的发生，才能保证照明设施安全运行。

7.4.2 悬吊（挂）式和壁式照明器当其重量超过一定数值时，其安装工艺不能按一般常规施工做法，必须采取保护固定措施，以保证照明器安装牢固与可靠，避免设备破坏和人身伤亡事故发生。条文中规定重量超过 3kg 为重型照明器的起始值，理由是：一般照明器是以灯头盒为固定装置，而灯头盒允许承受拉力不宜过大，经测定，3.5kg 拉力就能导致灯头盒损坏，故取 3kg 为轻型照明器的极限值。

7.4.3 工作间因工作的需要不允许照明器晃动，如采用软线作吊线，风吹和振动均导致照明器晃动；另外，软导线只起导电的作用，不允许承受过重的拉力，它的损坏不仅导致照明器破坏，还使得分支回路故障，软导线作照明器吊线既不经济也不安全。

7.4.4 中央控制室和发电机层是选用荧光灯较多的房间和场所，为减少噪声干扰、减轻照明器重量和方便维护与检修，往往将荧光灯的附件（主要指镇流器、启辉器等）集中一起装设。因镇流器系发热件，且过载或故障时还有烧毁的可能，因此，集中装配箱应采用防火、耐温及绝缘材料制作，尽量安放在通风良好的位置。

8 照 明 计 算

8.0.1 本条明确提出了“逐点计算法”的适用范围。

“逐点计算法”是利用灯具的测光数据，预先确定照明装置在不同位置产生的照度的一种方法。其特点是计算结果比较精确，可根据需要精确计算出被照区域内任意一点的水平和垂直照度。但计算过程比较复杂。

下列场所计算照度时通常采用“逐点计算法”：电厂中控室，开关站（变电所）控制室，通信载波设备操作室，计算机房，发电机层，船闸、泄水闸、升船机操作室，发电机和重要设备的观察点等。

上述各场所对照明质量要求较高，尤其是电厂中控室、发电机层、开关站（变电所）控制室，这些场所的照明设计需做几套方案进行比较，特殊部位必须进行照度计算，从中选择出最优方案。

8.0.2 本条文明确指出了“利用系数法”、“概算曲线法”所适用的大致范围。

8.0.3 本条指明了采用投光灯照明的场所的照明计算方法。“流明法”是一种旨在预先确定灯泡或灯具数量、类型、房间特征与工作面平均照度水平之间关系的照明计算方法。

投光灯的数量和容量可按“流明法”计算。

8.0.4 本条指出了“单位面积容量法”的适用范围。“单位面积容量法”是计算水电厂各工作场所照明负荷的一种简便方法。对于不太重要的房间，可用此方法选择方案，决定灯具数量及功率，亦可初步估算照明用电量。

8.0.5 正确地划分光体的类别是提高照度计算准确性的前提条件。发光体分类原则其他规程及《水电站机电设计手册》均有明确规定，但不尽一致。为使本规范与《水电站机电设计手册》统

一起见，取用了《水电站机电设计手册》的分类原则。

8.0.6 因照明灯具布置在被照场所，受多种因素的干扰，在设计选型与布置时，要计及受环境污染的影响。

水利枢纽中的船闸、泄水闸、升船机操作室，电厂的中央控制室、计算机室、通信设备室、继电保护盘室、高低压配电盘室、蓄电池室、仪表室、办公室等，这些场所环境污染控制标准较高，空间也较低，加上经常性的清扫，基本不污染，故应列为清洁类。

电厂内的发电机层、水轮机层、母线层及室、蜗壳层及排水泵房、启闭机及阀门室、变压器、电抗器、开关室等诸如此类的房间与场所很多，虽然室内设备布置紧凑集中，但它们均不属污染源。加上值班人员日夜巡视轮换打扫，现场始终保持整洁，因此也被列入清洁类。

机修间油泥渣粒较多，清扫不便；通风与空调机系室内外空气交换区；电缆夹层及管线等通道，很少清扫，上述房间及场所控制标准不高，属一般类。

泄水闸及过坝设施与室外开关站所处环境基本相同，控制条件取一样，故同列入露天场所。水利枢纽及电厂多处于深山谷地的河道中，本身无污染源，且又远离其他污染场所。周围空气新鲜清晰。因此，绝大部分房间及场所属清洁类，整个枢纽无尘埃、污染严重的区域。

8.0.7 无论采用何种光源的照明器，其光通量都将随着时间的延长而不断衰减，加上可能有些光源已达到寿命期而没有及时更换，在采用“利用系数法”计算照度时应考虑上述因素，以保证各工作面的照度不低于规定值，利用系数正是考虑这些因素所加的一个系数。

9 供 电 网 络

9.1 照明网络供电电压

9.1.1 照明网络供电电压等级选择依据是：①我国目前现有的低压系统电压等级（380V、220V、110V、36V 及以下等）；②灯头绝缘要求；③我国国民经济状况；④我国有色金属储备量等。并通过 380V/220V 与 36V 及以下两种电压等级的技术经济比较：前者输送电能距离远、电能损耗低、有色金属消耗量少；后者属保安电压，它可避免因触电而引起的人身事故，但消耗有色金属多、不经济。鉴于我国国情，选择 380V/220V 作为照明网络供电电压最为适宜。

9.1.2 检修照明一般采用随身携带的安全灯（行灯），这种安全灯的运行电压均在 36V 及以下，检修人员无论在潮湿的蜗壳廊道，还是在温度极高的发电机风道内检修设备，都不会因触及灯具或导线而发生人身事故。

9.1.3 水力发电厂个别场所，因环境条件限制，使照明器的安装高度受到影响（如水车室、发电机风道以及部分廊道）。根据《建筑设计资料集》所提供的数据，我国北方男同志平均身高 1.69，举手高约 2.2m，再加上电气安全距离 20cm，总共高为 2.4m，故以此值定为照明器布置的安全高度，低于 2.4m 时，则须考虑防护保安措施，或者采用 36V 及以下安全电压供电。

9.1.4 为确保照明质量、提高照明器的发光效率、延长灯泡的使用寿命和满足部分光源的启动电压值，对照明器端电压的偏移值应有一个适当的规定：

（1）不同的工作场所视觉作业的要求也不同，而视觉作业要求是依靠电压质量来保证的，要求高的场所（如中央控制室、发电机层等）其电压偏移要小，不得大于额定电压的 2.5%；一般要求的场所（如主、副厂房及管理楼部分比较重要的房间），其

电压偏移值不得大于额定电压的 5%；要求不高及远离厂房供电的一般场所，为考虑节省导线材料和投资，允许电压降可大一些，但其电压偏移值仍不得超过额定电压的 10%；对于供电距离远，但对视觉作业要求较高的个别场所（如室外开关站或变电所的控制室及辅助间），其电压偏移值不得大于额定电压的 5%。

(2) 照明器端电压的高低与灯泡的使用寿命和发光效率有着重要关系，灯泡长时间处在电压过高状态下工作，其寿命要缩短许多；相反，灯泡若处在电压过低状态下运行，除不能正常启动或有频闪效应产生外，还导致发光效率明显降低。据对水电厂实际情况调查，厂用电母线电压往往是偏高的，尤其当动力负荷逐渐切除后，仅有照明负荷存在时，母线电压更高，从而使得靠近母线端的灯泡极易烧毁。所以，照明网络电压正偏移值不得超过额定电压的 5%。

(3) 目前水电厂较多地采用气体放电灯。从运行单位提供的资料分析，气体放电灯的启辉电压要求稳定，当端电压偏移值超过额定电压的 5% 时，难以启辉或出现频闪效应，均不利于灯泡的正常使用。所以，对气体放电灯的电压偏移值也定为不超过额定电压的 5%。

9.2 照明负荷计算

9.2.1 照明负荷的统计与计算是分不同线路（主干与分支）、不同工作状态（三相负荷均匀分配与不均匀分配）两种情况进行的，前者涉及同时系数 K_t 值的选取，后者存在最大一相照明装置容量的确定。同时系数是指在最高负荷时，同时点燃的照明器容量与所有接入的照明器容量之比。对于分支线路，因供电范围小，负荷变化率也小，其同时系数 K_t 值可认为是 1，在式中可省去；而主干线路供电范围大，负荷变化率也大，则应根据供电场所的实际情况来考虑同时系数的大小。表 9.2.1-1 中数据是我国水电系统所属勘测设计院的照明设计人员，经过较长一般时间积累大、中型水力发电厂的设计经验以及实际运行情况的调查而

总结出来的，具有一定实用价值，可供参考。对于负荷不均匀分配的三相线路，总有最大一相负荷出现。因此，在负荷计算时，从安全、可靠出发，以最大一相的照明装置容量作为负荷计算依据是有必要的。

9.2.2 照明变压器容量选择，是根据照明装置容量、照明负荷同时系数以及光源（包括附件）的功率因数而定的。照明器装置容量包括正常照明装置容量与事故照明装置容量，原因是事故照明网络在交流电源供电时，应算作正常照明网络的一部分，只有当正常照明网络故障，交流电源断电时，事故照明网络才由直流系统或其他不间断电源供电。因此，事故照明负荷是计在照明变压器上的。关于照明负荷同时系数的选取已在上条作了说明，此处不再赘述。光源的性质不同，则负荷功率因数也不同，白炽灯、卤钨灯同属线性光源，功率因数为 1，它们没有附件，则不需考虑附件的损耗；荧光灯、气体放电灯属非线性光源，都带有附件（镇流器、启辉器等），光源的功率因数不再是 1，由于镇流器是由铁芯和线圈两部分组成，必然有一定损耗，这种损耗加大了照明器的计算容量，因此，在计算中不可忽略。

9.3 正常照明网络供电

9.3.1 目前大型水电厂均属电网内骨干电厂，保证厂内正常照明网络供电质量，对大型水电厂来说是十分重要的，而网络供电质量是由网络的电压质量、供电的连续性和可靠性来决定。如果采用照明与动力共网运行的方式供电，则难以保证正常照明网络的电压质量以及供电的连续与可靠，因此，大型水电厂应采用照明专用变压器供电。

9.3.2 照明与动力共网运行的弊病有：①动力系统中电机频繁启动影响了网络电压质量，使母线电压难以稳定，线路电压波动较大，容易烧毁灯泡，造成照明维护工作量增大；②照明和动力都属厂用电系统使电气接线复杂，回路增多事故率上升，使得正常照明供电的连续性和可靠性受到影响。要解决正常照明网络电

压质量，避免电压波动过大，减少灯泡的损耗，提高照明运行连续性和可靠性，采用照明专用变压器供电是较好的方式，但这样必然增加了照明投资，有时也带来了设备布置的困难。中小型水电厂的正常照明网络是否采用照明专用变压器供电，则要进行技术上、经济上的比较，合理方可使用。

9.3.3 为满足正常照明网络供电质量的要求，除采用照明专用变压器供电外，还须设有可靠的备用电源。选择备用电源应技术上可靠、经济上合理。首先电压等级应为 380V/220V，其次距离正常照明网络近，这样可减少线路敷设费用，厂用变压供电电源不仅具备上述两项条件，而用分段厂用母线之间互为备用，可靠性较高。所以，选用厂用变压器作为正常照明网络的备用电源是最合理的。

9.3.4 受条件限制，不设照明专用调压变压器的电厂，照明配电一般应设置专用配电盘和配电箱，目的是使供电可靠、操作灵活、维护检修方便。对于照明与动力共网运行的水电厂的重要房间（或场所），如中央控制室和发电机照明盘（或箱）应与动力回路分开设置，不可混在一起，以保证该房间（或场所）的照明电压质量和操作管理。

9.3.5 由于水利枢纽供电范围大，为减少线路电能损耗，节省线路的有色金属消耗量及运行管理方便，远离主厂房供电点的正常照明应就近取电源，或连接在邻近的动力盘（或箱）上。

9.3.6 为减少夜间洞内外亮度差，节省电能，过渡段缓和照明及部分隧洞中部照明应与夜间隧洞照明分开供电。

9.4 事故照明网络供电

9.4.1 本条指必须采用事故照明网络供电的场所，事故照明是在正常照明因故障灯灭后，作为检修、排出故障以及疏散室内人员的照明。它在全厂照明中所占比例很小。事故照明由它的独立网络供电，该网络供电应非常可靠，从而使事故照明能够发挥应有的作用。

9.4.2 本条指事故照明电源的供电方式，事故照明网络供电主要依靠设置于低压配电盘室或继电保护盘室内的交直流自动切换装置。它有两回电源，一回接在正常照明网络上，一回则接在直流系统（或其他不间断电源）母线上。交直流自动切换装置应保证事故照明网络安全，可靠地供电，该装置要经常检查与维护，确保灵活无误。

9.4.3 应急灯是一种简易事故灯，灯具内装有电容器。正常照明网络供电时，一方面供灯泡发光，一方面给电容器充电，当正常照明网络失电后，灯内电容器则给灯泡两端放电，使灯泡仍然处于工作状态。选用应急灯，既布置简单，又避免事故照明线路远距离敷设，是一种较好的事故照明设施，但是它价格高，应急时间有限，因此，厂区内事故照明还不宜普遍采用应急灯。

9.5 照明供电线路

9.5.1 本条指正常与事故照明网络电源的取得方式，主干线是将电能从配电盘送至配电箱的线路。对于正常照明网络的主干线路，因线路长，输送功率大，所以一般采用三相四线制供电既经济又安全；为与国际接轨，也可采用三相五线制。三相五线制具有专门的接地线（PE），虽多一根芯线，但使照明用电更安全，同时该要求与 IEC 标准相符。对于事故照明网络的主干线，因为直流系统是正、负两极供电，所以，其供电方式采用两线制供电。

作为主干线路除考虑应有足够的载流量满足输送容量的要求外，还必须满足线路的稳定性。照明电能的分配主要通过主干线路上连接配电箱来实现，连接个数愈多愈经济。但是，从另一方面看，配电箱接得愈多，故障因素愈多，并且运行不灵活，一个配电箱正常检修或事故断电均导致多处配电箱失电，影响面大，不利于正常照明网络供电。实践验证，一条主干线路上连续设置的配电箱不能超过三个。

9.5.2 照明分支线路是指配电箱至各个照明器的连接线路，一

般线路较短，输送功率不大，多采用单相二线制或单相三线制供电。但对于供电距离长的分支线路。若仍然采用两线制供电，势必导致电能损耗和电压降过大，对运行是不利的。因而，对这种远距离供电的分支线路（如路灯照明、坝顶公路照明以及部分廊道照明等）的供电仍以三相四线制或三相五线制为佳。

9.5.3 9.1.2 已介绍了 36V 及以下电压供电线路的保安特性，该线路在水力发电厂也有运用，但这种线路供电电压很低，要保证电压质量和减少线路电压损失，只能依靠增大导线截面来解决。如果这种线路的供电距离较长，仅靠成倍增加导线截面的办法解决电压降问题，显然是不经济的。为此，在一定范围内提高电压水准，采用三相四线制供电或者在 380V/220V 线路上按所需位置布置行灯变压器均是经济合理的办法。

9.5.4 根据照明供电特点，室外照明一般为集中控制，白天断开，夜晚投入；室内照明应分开控制，在各分支线上设置开关，单独控制各个（或成组）照明器。为了管理与维护的方便，室内、外线路宜分开供电，并在室外回路加设开关以便单独开断。

9.5.5 室内照明除主机室适宜采用大功率照明器外，其他均采用 150W 以下的小功率照明器，对于电站内重要场所，考虑到运行、维护的安全与方便，规定单相分支线路供电范围不宜太大，连接照明器（或插座）的个数不宜太多，以免分支线路过长、负荷过大，对于非重要场所则可适当放宽，根据我国目前使用的配电箱，如 XM-7 型（或 XRM-7 型），其箱内熔断器或空气开关的额定电流均为 15A，结合这一实际情况，规定单相照明回路最大允许电流为 15A，因此只能装小功率照明器，每个回路上的灯头数、插座数也按重要场所与非重要场所进行划分，其目的也是为了安全运行，节省费用。对于室外照明，采用大功率照明器的较多，因回路电流较大，一般采用三相四线制供电，且多为集中控制。因此，只需考虑所选空气开关的分断能力，而对线路上连接照明器个数可不作明确规定。

少数单相分支线路，为减少电压损失，还可用增大导线截面

的简单办法解决，其影响面不大。

9.5.6 在事故照明网络上设置插座弊病如下：①增大了蓄电池容量；②事故照明网络供电是两线制（即正、负极两线），有极性要求；③临时负载意外故障机率多，如使用不当，则必然导致事故照明网络故障，破坏事故照明的可靠性；④事故照明网络供电电压是变化的，正常时为交流、事故时为直流，即使设置插座，直流电器在交流电源供电时无法使用，反之，交流电器在直流状态下也无法工作，鉴于上述情况，在事故照明网络上不应设置插座。

9.6 导线截面选择

9.6.1 为保证照明网络供电安全、可靠：

1 导线的允许载流量（ I_n ）必须大于线路计算电流（ I_p ）。导线上通过的电流大于载流量会加速绝缘老化甚至烧断。若经常因过负荷造成照明设施故障，势必影响全厂安全发供电，因此导线载流量不仅要大于计算电流，还应留有一定裕度。

2 按线路允许电压损失校验导线截面：因电压高影响灯泡使用寿命，电压太低又影响灯泡的发光效率，电压太低时气体放电灯启动与再启动都困难，要保证照明质量就要保供电质量。

3 所选导线截面应大于或等于机械强度允许的最小导线截面，以防断线造成故障，若小于该截面则不能满足机械强度的要求，需重新进行选择。

4 所选导线截面的容许电流值应与保护装置的整定电流值进行良好地配合，一旦配合不好则起不到保护导线或其他电器设备的作用，使导线或其他电器设备遭到破坏。此处保护装置系指熔断器和自动空气开关。

9.6.2 正常照明网络主干线路一般采用四芯电缆（其中三芯为相线，一芯为零线），或四根导线架空敷设（其中三根为相线，一根为零线）方式。零线截面的选择必须根据运行特性、负荷性质以及操作方式来确定，也取决电缆产品型号、规格及制造标

准。

运行特性、负荷性质及操作方式归纳如下几种情况：①三相负荷相对平衡，负荷多为白炽灯（或卤钨灯），操作方式为三相同时投入或切除；②三相负荷不平衡；③线路负荷多为气体放电灯；④分相投入或切除三相负荷。这四种操作运行方式零序电流差别很大。第一种情况，零线上没有电流（或电流很小），故零线截面较小，25%相线截面即可；后三种情况相似，零线都有较大电流流过，因而25%相线截面不能满足安全运行的要求，此时可提高一级相线截面，或向厂家订货时提出加大零线截面。使其零线截面为相线截面的50%。对于单相及两相线路中的零线以及三相四线制架空线路中的零线均不再多作叙述，投资增加不多，订货也不复杂，采用相线与零线同截面是可取的。

9.6.3 由于接在插座上的临时照明用电与动力用电不好区分，各插座上的负荷同时系数也不好确定，这给分支线路上的实际负荷会带来一定困难，因此，在负荷统计中规定按插座的实有个数与单个插座的额定容量的乘积进行统计是适宜的。

9.6.4 铜芯导线单位长度价格高，投资大，但电阻率低，电能损耗小，机械强度大，接头处易处理；铝芯导线的优缺点恰与铜芯导线相反。所以，在有特殊要求的场所必须选用铜芯导线，一般场所可选用铝芯导线。

10 照 明 装 置

10.1 照明线路的敷设与控制

10.1.1 水电厂厂内空气湿度大，照明线路应用具有良好绝缘性能的导线或电缆。

从全国大中型水电厂照明调查的情况看，室外照明尚未发现采取架空敷设方式。如有可能，除采用塑料绝缘导线、橡皮绝缘导线或电缆外，亦可采用裸导线。

10.1.2 本条指明不安全场所，应采取措施保护被敷设线路。

10.1.3 照明导线穿管敷设时，应保证管子内截面与导线截面积总和相比有足够的裕度，以使穿线方便，否则会导致因管径太小而给穿线带来困难，甚至会使导线绝缘层受到机械损伤。据经验，当管子内径不小于导线外径的 1.4~1.5 倍或导线截面积总和不应超过管子内截面积的 40% 时，很少出现上述问题。

10.1.4 本条目的是限制转弯半径及转角数量，便利施工。

10.1.5 暗敷在一根管内的导线根数（回路数）太多，一旦出现故障回路将受到影响，为尽量缩小事故范围，规定一般情况下，导线的总根数不超过 6 根，有爆炸危险的场所，导线的总根数不应超过 4 根，但同管敷设的导线根数太少，又会浪费管材，且增加敷设工作量，给土建施工带来一些麻烦。

10.1.6 不同电压等级的导线共管敷设，电压等级高的导线绝缘层一旦损坏，电压等级低的导线将会受到牵连甚至烧坏低压电气设备，扩大事故范围。

正常照明线路与事故照明线路共管敷设时，在故障情况下容易引起交叉影响，或正常照明回路故障导致事故照明不能投入，或因事故、正常照明回路同时故障，导致正常照明回路检修时给检修人员人身安全带来威胁。

10.1.7 室外照明的照明器安装部位较高，布置分散，且在夜

间投入，应采用专用控制箱集中控制。

生产、运行的厂房内照明器数量多，若采用分散控制，会给生产、运行人员带来不必要的麻烦，宜采用集中控制方式。

经常无人值班的场所、通道、楼梯间、廊道出入口处照明开断次数少，所设置的开关数量亦较少，从节省电能出发，应分散控制。

10.1.8 在正常照明分支线路零线上装设熔断器和开关设备，照明器检修或换灯泡时，有可能忘记切断总开关电源，会危及检修人员人身安全，因此应装在相线上。

10.1.9 若将插座或其他电气设备装设在集中控制的照明分支线上，它们将同接在该照明分支线路上的照明器一样受到集中控制。另外，当白天需要使用插座或电气设备时，接在该回路的照明器也同时被打开，造成电能浪费，使用极不方便。

10.1.10 电源开关、熔断器、插座等开断或插接时引起火花，蓄电池室、储酸室、油库等场所内易燃气、易燃物可能因此引起火灾或发生爆炸。

10.1.11 本条是为了保证事故照明线路的可靠性。

10.2 照明配电箱的选择与布置

10.2.1 本条文规定了选择照明配电箱的一般原则。

10.2.2 在有爆炸危险的场所是否装设照明配电箱看法不一，有规程规定：“在有爆炸危险的场所，应装设防爆型照明配电箱。如采用非防爆型照明配电箱，则应将其装设在附近正常环境的场所”。但本规范讨论会上决定改写为：“在可能发生爆炸危险的场所，严禁装设照明配电箱，必须将其装设在附近正常环境的场所”。

在潮湿和有腐蚀性气体的场所应装设防水式、封闭式的照明配电箱，以减少事故率。

10.2.3 照明配电箱的安装高度应以便于维护和检修为宜。从对全国部分水电厂调查情况看，安装高度不尽一致，但中心值在

1.5m 左右，适应我国人体平均身高，故推荐此高度为安装高度。

10.3 照明开关、插座的选择与安装

10.3.1 本条泛指照明开关、插座的布置原则。

10.3.2 开关安装多高为宜目前尚无定论。从调查情况看，大都安装在中心对地 1.2m~1.4m 范围内，故定为对地 1.2m~1.4m。

10.3.3 本条文规定了选择插座的一般原则。

10.3.4 插座安装高度应考虑使用方便，不应太低，也不宜太高，太低容易进水或受尘埃等严重污染，太高不便，且不美观。

屋内插座安装高度以稍高于踢脚线为宜，室外一般不设电源插座，如确实需要安装，安装位置及高度应绝对不危及人身及设备安全。

10.4 接地与接零

10.4.1 电压在 220V 及以上的照明装置，包括照明器的外壳、分线盒、开关、插座，接线盒的金属外壳，电缆的金属外皮，金属电线管等，配电设备的外壳是运行、检修人员容易触及的，有可能发生碰壳而危及人身安全，因此，均需可靠接地或接零。

10.4.2 本条泛指照明网络工作零线的接地方式。

10.4.3 用分支线路的载流中性线接零的照明装置金属结构部分，在载流中性线断线且绝缘损坏的情况下，仍有可能危及人身安全。但若实行重复接地，即使中性线断线，其金属结构部分仍是接地的，不致给人身安全带来威胁。

10.4.4 在有接地条件的情况下，照明配电设备的金属外壳采用接地方式是最为保险的，但在远离地网不便就近接地的场所允许将其直接接在零线上。

10.4.5 自耦变压器的低压绕组端与高压绕组一端是直接相接的，在故障情况下，低压绕组及其连接和各种设备都有可能承受全部高压，从而会影响低压设备的使用寿命或直接损坏低压设

备，危及人身安全，且变比越大这种危险性也越大，所以规定当二次侧电压为 36V 及以下时严禁使用自耦变压器。

《电力建设安全工作规程》中规定，在需要设行灯和在电缆沟道及潮湿的场所必须使用 36V 及以下电压供照明，若自耦变压器一次绕组发生短路，二次电压可能升高，有可能危及人身安全，应绝对禁止使用，在允许使用自耦变压器供照明的场所，二次侧也得接地或接零，以便故障时能即时切断外施电源。

10.4.6 本条参照 DL/T5091—1999 中第 21 条规定：“低压电力设备的接地电阻，不宜超过 4Ω ”。接地电阻愈小，保安作用愈大，实践证明，对于照明网络其接地电阻低于 4Ω 是安全可靠的。

10.4.7 当事故照明由蓄电池直接系统供电时，若利用事故照明回路的零母线接零（或接地），则当事故照明换接到蓄电池组上时，蓄电池组的一极变成接地。因此，照明器及其他照明设备应采用单独的接零线与其邻近的正常照明线路的中性线连接。

10.4.8 水电厂照明线路一般很少采用架空敷设方式，但当采用其他敷设方式不便时，亦可采用架空敷设；架空敷设断线机率较其他敷设方式高，其两端应可靠接地。