

剧场、电视台灯光控制网络设计方案探讨

前言：灯光设备系统是剧场、电视台最重要的设备系统之一，而灯光控制系统是灯光设备系统设计的关键，其方案设计是否安全、先进、完善、适用，设备选型是否稳定、可靠、先进将直接影响着整个工程的先进性和工程质量。

近年来，网络技术开始应用于剧场、电视台的灯光系统中，并向业界展示了它崭新的应用前景。网络布线解决方案已对传统的 DMX 布线方案造成了强烈的冲击。在许多新的大型灯光控制项目的招标文件中，对网络技术要求的描述已成了必不可少的内容。

早几年，在灯光控制系统中应用网络技术的目的，主要集中在网络灯光控制新技术如何比传统的 DMX 布线灯光控制技术更加可靠和有效地保证演出活动的正常进行的问题上。在设计方案上采用的新技术有网络布线的 DMX 传送及调光台的数据在使用中的网络热备份同步技术等。

近年来，由于网络技术的进一步成熟，国内、外厂商生产的网络灯光控制设备不断丰富和完善，相继出现了网络接口灯具、网络调光台、网络调光器、网络视频摄像头等和各种形式的网络灯光监控设备。

全光纤灯光控制网络的出现，为灯光控制室、调光器室、办公室、设备层、吊杆区等灯光控制系统的主要区域搭建了一个千兆级的“信息高速公路”网络平台，实现了大量与灯光控制、监测、管理相关的各种信号在各个灯光网络设备之间快速双向传递。与灯光控制与系统管理的相关软件应运而生。灯光师、系统设计师、管理者和业主开始把目光集中在：在设计灯光控制网络系统的过程中，灯光控系统除了要保证绝对安全、可靠的演出活动之外，还要考虑更多与灯光网络系统相关的管理问题。

以下的几个基本设计原则是笔者在考虑网络灯光控制系统设计时的一些心得，供读者参考。

1. 突出剧场与演播室的功能与特点，灯光控系统以保证绝对安全、可靠的演出、演播活动为最根本要求。
2. 在根本要求全面达到的基础上，强调灯光控制网络系统在剧场、演播室的技术管理、业务管理和安全用电管理等方面发挥的极其重要的作用。
3. 采用新技术，新工艺，使灯光控制设备的技术水平与性能、参数达到国际先进水平。
4. 灯光控制设备功能实用性、技术先进性、使用安全性、操作可靠性、维修方便性、投资经济性。
5. 新系统必须兼容所有厂牌和新旧灯光设备的接入。

满足用户的需求是设计的根本目的。一个先进、实用和高质量的剧场、电视演播室灯光控制系统必须是一个保证演播安全的系统，一个具有高科技管理水平的系统，一个与国际标准同步的系统，一个具有新的厂商与用户合作形式及可以持续发展系统。

一、一个保证演播安全的系统

电视演播室灯光控制系统的最根本的任务是保证每一个演播活动的灯光控制操作的可靠性和方便性。从剧场、电视演播室灯光控制系统的技术要求出发，在系统的设计方案中，我们建议采取以下几方面的重要措施。

1. 网络双机热备份

系统的主要设备（如调光台、调光柜等）采用具有网络双机热备份控制或双机热备份触发先进功能的产品以保证系统在演播活动中灯光控制的绝对可靠性。

2. 光纤主干线

剧场、演播室内的主要设备之间，同一子网的每个演播室之间，每个子网与总控室之间用光纤为主干线传递灯光控制系统各设备间的控制和监测、反馈信息。光纤具有如下优点：电磁绝缘性能好；不向外辐射信号；适用于长距离的信息传输以及要求高度安全的场合；光纤传输信号衰减较小；数据传输更加安全可靠。光纤频带较宽，数据传输容量可达千兆，可确保数据信息高速路的通畅；光纤通讯是非常成熟的先进技术，光纤通讯设备更易于检修维护；光纤接头在耐腐蚀，防脱落等方面的性能优越于其它形式的接口。光纤的使用环境温度范围宽，受温度、季节等的变化影响很小，并且使用寿命很长。因此采用光纤为主干线的传输方案对剧场、电视演播室灯光控制系统的可靠性提供了有力的保障。

3. 多种信号接口：

所有固定式调光柜或流动式调光硅箱都具有 DMX 信号接口、RJ45 网络接口和 SC 多模光纤网络接口，允许多种控制信号同时接入。即除了能够接收本控制室主控 DMX 信号外还能够接入来自其它控制室副控、备份或中央监控网络 DMX 信号。使系统可以非常方便地按节目的需要采用多种热备份、远距离、多方位和控制集中控制的方式实施控制，以保证节目演播活动万无一失。

4. 调光器电气参数反馈功能：

所有固定式调光柜或流动式调光硅箱都具有反馈电气参数功能，通过软件和授权密码可在灯

光控制网络上任何地点监控每台立柜中或流动调光硅箱的各个硅块模块工作状态：如开路、短路、负载、温度、电流等状态并对其进行设定，具有自动报警功能，引导维修人员迅速排除故障。

5. 所有设备反馈控制状态功能

系统中所有灯光相关设备具有反馈控制状态功能。在灯光控制网络上任何地点可对调光系统中所有设备进行监控和设置。当某设备出错（如某个 DMX 节点不工作）时，立即报警。指引操作人员在事故发生之前及时处理的故障。

6. UPS 延时电源供电

系统中所有控制台及主要网络设备备用 UPS 延时电源供电，可保证系统的高抗干扰能力及在停电时进行控制数据的保护。

7. 兼容所有厂牌设备

系统将设有 DMX 网络输入/输出接口，以兼容所有厂牌的调光台、硅箱等新、旧设备的接入。

8. 保存场景的功能

调光柜具有保存场景的功能，在控制器突发故障情况下，保持至少最后一场的灯光状态，保证节目录制。

9. 其它要求：

所有调光控制台输入、输出（I/O）接口具有光电隔离保护功能，调光台、调光柜全部线路板采用表面焊接技术（SMT）生产。各种信号接口采用军品优质产品，并具有热拔插功能。

二、一个具有高科技管理水平的系统

设计方案在完成了“保证演播活动的灯光控制操作的可靠性”这一根本的任务的基础上，利用灯光网络技术的强大功能和先进性，使剧场、电视演播室灯光控制系统成为行业内智能化、网络化管理的和可以持续升级典范系统。

结合剧场、电视演播室灯光控制系统在技术管理、业务管理和安全用电管理方面的具体需求，我们把不同的多个演播室和剧场的灯光控制系统按使用功能和地域连成若干个控制子网，设立一个中央监控室，以光纤为网络主干线，用光纤交换机和路由器等网络设备连结各个子网，

从而形成“剧场、电视演播室灯光控制全光纤以太网总系统”。

根据不同的项目的具体需要而为剧场、电视演播室设计的“灯光控制网络系统综合管理软件”，其目的都是使系统将在演播室的技术管理、业务管理和安全用电管理等方面为灯光师和管理者提供十分丰富的增值服务。以下是“灯光控制网络系统综合管理软件”的一些主要功能。

1. 调光器电气参数综合监控 Dimmer Information:

监测、处理系统中所有网络调光器中各回路灯光的电气参数（如电流、电压、温度和开关量等）的实时和历史数据。实时报告出错或产生一系列的技术分析图表或技术报告，例如某个灯位在一年中使用的情况、某种型号的灯泡的实际平均使用寿命，某次演出的用电量情况等……。

2. 调光台综合监测及管理 Video Link:

管理者利用此系统可以非常方便了解网络中所有调光台的实时操作情况。包括操作者的个人资料、现场、预演、组、集控、效果、当前光轮的位置、用户输入的命令等。任一调光台操作界面的变化可以实时在多台 PC 上监测到。所有这些现场调光台及操作者相关的操作技术数据，记录在系统监控服务器的调光台操作数据库中，是电视演播室和剧场的重要技术历史资料。通过软件处理这些操作技术数据，可以产生一系列的技术分析图表或技术报告，例如某演播室的某个调光台在一年内的使用情况分析；可以重演某台演出的操作过程，从中可以分析出某位灯光师的操作习惯；在发生演出事故之后，也可以通过对调光台操作数据库的分析，得到事故是否与操作失当有关等技术结论等等……。

3. 调光台离线编辑管理 Offline Edit Software:

调光台离线编辑系统是一套多功能的专用控制和监测软件它与真实的调光台具有相同的操作界面，支持中、英文的操作界面，可在多台普通台式或便携式计算机上实现。可在不同的演播室可同时使用主要实现以下的一些功能：

可以当一个实际的、独立的、便携式调光台使用（主调光台）

可以作为主调光台的网络备份调光台，实现“完全跟踪热备份”

可以非常方便实现集中、多方位和远距离控制等多种控制方式

可以将离线编辑（在办公室或在家中）好的现场控制数据通过网络传输给调光台：包括场、集控、组、效果、配线、调光曲线等。

可以实时监视网络调光柜的状态（Dimmer Information）：包括端口状态，总电流、总电

压、错误报警、每一路的电流、开关、温度、亮度。

4. 灯光效果设计软件 WYSIYYG “威思”：

目前最典型的灯光效果设计软件是加拿大 CAST 公司的 WYSIYYG “威思” (What You See Is What you Get 所见即所得) 软件。“威思”，适用于剧院、电视台、歌舞厅等场所的灯光设计、灯光导演、灯光控制。设计人员可通过“威思”设计灯光图，并产生所有需要的布线图、灯具方案、颜色方案。“威思”具有预览和渲染功能并具有图层设置、场景布置设计功能。拥有多项类库：常规灯具、各类运动灯、各类灯杆、吊架、颜色、图案、表演者、结构，并能随时更新下载，也可引入其他的照明设备库或自定义照明设备。“威思”提供设计的文书报告和相关的资料统计，为装台提供资料。“威思”模块和调光台之间可以双向以太网通讯连接。具有场编辑器功能，通过记录的灯光元素和灯光面貌或以不同组合或通过选择光路和分配光亮度来实现。“威思”也可支持在执行期间实时监视灯光场，可通过使用 3D 或 2D 图形显示。CAST 公司 WYSIYYG “威思”软件著名的注册合作开发商计划 (RWD) 是它在全球广泛推广的一个重要措施。目前全世界已有 13 间著名的调光台厂商参加了 RWD 计划。这些公司包括了 Compulite (以色列)、ETC (美国)、Flying Pig (欧洲)、HDL (中国)、High End (美国) 和 Strand (英国)。

<http://www.castlighting.com/cast/software/partners.jsp>。WYSIYYG “威思”软件可以直接安装所有 RWD 计划厂商生产的网络调光台、离线编辑器上，实现与 WYSIYYG “威思”的控制台软件的无缝连接，以而实现了设计与控制的一体化。

5. 调光网络设备管理系统：

应用调光网络设备管理系统，管理者可以在网络上（不需要到设备现场）设置所有灯光设备（包括：DMX 节点、网络配电柜、网络调光柜、网络调光台、网络工作站、网络摄像头等。）的工作参数，如 IP 地址、DMX 地址、灯光回路预热值、调光曲线设置等。也可以在电脑上编排多个演播室的使用时间表，有效控制所有网络 DMX 节点的工作，防止某些未经批准的使用发生。还可以实时在监察调光系统中所有设备，若任一设备发生故障，系统将发出警报。

6. 多媒体监控及指挥系统：

多媒体监控及指挥系统利用光纤网络提供的足够频宽信息通道，在每一个子网中可以使用若干个网络摄像头，配合监测软件，管理者可以在网络中的任一地点，一目了然地监测多个关键工作地点（如调光器室、设备层、观众区、舞台区等关键区域）的视频图像，实现“全闭环”的灯光控制方式。

音频对讲系统也可以接入光纤网络中，实现电视演播活动的网络化指挥调度。

7. 灯光设备使用档案管理系统：

灯光设备使用档案管理系统用于管理网络中的所有设备的使用情况，在通用台式或便携式计算机上运行，以 Windows 为操作系统，具有下列一些功能：

保存和管理所有设备的购买情况、厂家信息、保修状态等。

记录每个设备的维修历史。

实时记录每个设备的开始使用时间、关闭时间、操作者等信息。

自动记录每个设备的错误历史。

能够打印出以上的所有信息。

8. 灯光网络系统安全用电管理系统

安全用电管理灯光控制系统管理中重要的组成部分之一。在本方案中，灯光控制系统的安全用电管理主要是利用光纤网络监测各演播室的调光柜、配电柜和机房的安全用电重要参数，在发现异常情况时，监控设备将自动报警，指引值班人员迅速处理事故。

本网络控制系统同时为剧场、电视台的安全、消防管理部门预备了授权数据接口，本系统产生的所有关于灯光控制系统的安全数据将作为该管理部门的重要参考资料。

所选用的所有调光柜具备有完善的电气参数网络反馈功能，非常方便地调光器中各回路灯光的电气参数（如电流、电压、温度和开关量等）的实时反馈到安全用电网络监测管理系统。

选配专用的安全监测网络接口，可将配电开关的通断、三相电压、三相电流、中性线电流、触点温度、配电柜温度、各机房内的温度和红外火警探头等重要参数将通过光纤网络反馈到安全用电网络监测管理系统。

三、一个与国际标准同步的系统

灯光控制网络方案在控制信号标准方面主要执行 DMX-512 标准协议和灯光网络标准协议（建议使用美国 ESTA 组织的 ACN 标准和欧洲的 Art Net 标准）。也就是说在本系统所选配的主要灯光设备（如调光台、调光器）中同时具有 DMX 和 ACN(或 Art Net)标准网络接口。DMX-512 标准协议主要保证灯光设备之间的控制信号稳定可靠地传递，而 ACN 和 Art Net 标准协议是在保证控制信号稳定可靠地传递的前提下，稳定可靠地双向传递系统中大量其它监测、相互通讯和反馈 TCP/IP 协议信号。它允许不同厂家的灯光控制设备间能够相互通讯和操作。它

将在灯光系统的技术管理、业务管理和用电安全管理发挥极其重要的作用。

四、创造一个具有新的厂商与用户合作形式及可以持续发展的灯光控制系统

设计方案致力于将剧场、电视演播室灯光控制系统设计成为一个可持续升级的典范系统。全光纤网络布线系统为剧场、电视演播室灯光控制系统打造了一个千兆级的信息高速公路平台，它将会使灯光控制系统的网络基础保持较长时期的先进性。

近年来，新的具有 TCP/IP 网络接口的灯光相关设备（如网络电脑灯、网络调光器、网络配电柜、网络摄像头等）已不断出现。剧场、电视台的管理者在未来将根据新的管理需求和新的灯光设备的发展提出对系统功能的扩展、增加或改良（如某种管理监控界面与实际需要有偏差，使设备的使用不够方便）。

在控制系统网络结构不变的情况下厂商为了不断满足用户的新需求而对系统中的某些设备进行改良（大部分将是软件功能的修改），厂商将把这些服务视为正常的售后服务。

在传统的 DMX 演播室布线系统中，用户对系统的唯一要求就是：要稳定可靠地传递灯光控制 DMX 信号，只要设备使用正常，用户一般很少提出对现有设备的改良。

在未来剧场、电视演播室灯光控制网络系统中，使用者与厂商将处于一种新的互动关系中。使用者除了保证其设备能安全可靠地运行这一基本要求之外，还将不断针对新的管理要求提出对系统提出新的增值服务，厂商为了满足这些新的增值服务将不断延伸它的服务。这种亲密无间的合作过程创造一种厂商与用户之间全新的合作关系，它将促使剧场、电视演播室灯光控制系统成为一个可以持续发展和不断升级、完善的系统。

结语：众所周知，近年来世界上经历了模拟移动电话系统被改变为数字网络移动电话系统的过程，在这个改变的过程中，移动用户对移动系统的要求从仅仅为了稳定可靠地传送高质量通话信号逐渐提升到移动系统网络化所带来的新的增值服务，包括短信、彩信、电子邮件、浏览网页和网上银行等。正是移动用户不断提出的新的增值服务要求和移动通信厂商为了满足用户新的服务要求而不断改良系统和推出新的产品系列的这种新的互动合作形式，正是这场厂商与用户互动的追逐游戏！促进了移动通信行业的这场巨大的技术革命。

与移动通信的情况相仿，网络灯光控制系统的应用正在创造着一种厂商与用户之间新的合作关系。这种在灯光控制行业厂商与用户之间新的合作形式将同样会推动这个行业的巨大技术革命！

