**☑** 大家好，我是来自湖南省建筑设计院的吴斌，今天很有幸能在这里和大家一起分享常德湘雅医院的一些设计心得。这座常德湘雅医院是十几年前设计的，很多设计手法其实放在今天看已经比较普遍。所以今天我主要从几个细节向大家汇报一下我们当初做这个医院设计时的一些想法、一些思路。

**☑** 这是常德湘雅医院的鸟瞰图，前面这个横向的是门诊楼，纵向的是医技楼，北侧是两栋院楼。屏幕以外左侧是行政楼。其实这只是一期建筑，完整的设计中，在这个建筑群的北侧还有三栋楼，到目前为止还没有修建，属于二期。

**☑** 整个项目占地面积是15公顷，建筑高度小于92米，最高的那栋是还没有修建的值班楼，行政楼和住院楼是其次，门诊和医技楼建筑高度只有四五层。当时在设计的时候，地上规划建筑面积是31万平米，地下是接近11万平，床位数是2000床。

在2011年左右，据了解是当时在设计中的最大规模的医院。设计完成时间是2011年，前后延续时间比较长，2017年才一期工程竣工。

**☑** 这是一张总平面图，10kV进线间处在1这个位置，所以高压进线是从东侧进来的。然后中心配是在2这个位置。除此之外在每一栋楼对应地下室附近都设置了一个10千伏变电所，所有分变电所都是从中心配以放射式引到每一台变压器前端，总共设置了22台变压器，总进线容量达到了25,600千伏安，所以当时报装是引入了四路进线。现在回看当初的设计，门急诊和医技楼当时我们都只设置了一座变电所，导致有些配电回路距离较长，如果能够拆分，对于节能、节材方面可能会带来更大的优势。

**☑** 这个项目的设计是在2011年，也就是差不多是12年前进行的。当时我们针对医院进行的针对性设计还不像现在这么多，但是也进行了一些自己的思考，这里给大家简单汇报一下。

**☑** 在医院建筑里，药房是一个很重要的场合。十几年前我们看到很多医院设计图上，其实在药房照明设计这一块细节并没有注意的特别多。这是一张典型药房设计平面，可以看到建筑专业在药房里面设置了比较多的药品陈列柜，但是电气设计师是怎么布置灯具的呢？可能就是根据房间长宽比、灯具功率选择一个距高比后将灯具这样排列上去，也就是说在布灯的时候并没有顾及到药品陈列架与灯具之间的关系。

**☑** 2011年那个阶段自动发药机还不是特别普遍，所以我们在实际调研时发现工作人员是需要到药品陈列柜那去手动取药的；而药品陈列柜的布置就是如图所见，它分很多层，工作人员一般推一个小推车，走到陈列柜面前取药，有时候需要蹲下去拿药。大家都有去药房买过药的经验，知道那个药品包装盒上的字是非常小的。所以我们当时针对药房这个特点，联想到规范上对于书图书馆书库垂直照度的规定，规范上对书库的规定是距地25cm左右垂直照度要达到50lx。不要小看这个50lx，其实还是蛮难达到的，尤其是有很多密集布置书架的情况下。

**☑** 从这张图可以简单的分析看出，左边这个灯具布置和货架是垂直的，右边这个灯具布置和货架是平行的，而且布置在每一个通道的上方，这样可以将光照大部分都利用到货架侧面上，这样有利于提高垂直照度。所以我们得出一个简单但重要的结论，在布灯时一定要根据货架方向来布置，而且灯具布置密度可能会远远超过没有货架房间的布置密度。

**☑** 当时在设计的时候，我们根据建筑专业图纸建立了一个模型，在这个模型中把药品架也模拟了出来，然后进行计算，这是一个伪色图，可以看到在布置了这么多灯具的前提下，药品架距地25cm厘米的高度上，它的照度大概是在80lx左右

**☑** 如果把这些货架拿掉，可以看到同样的灯具在同样一个空间，如果没有这些货架遮挡，地面照度将会达到400~700lx之间，也就是说，要保证垂直照度达到几十lx的前提下，水平照度将会达到一个很高的值。

通过dialux建模，我们在当时对药房照明设计做出了一定的优化，

**☑** 但随着时代发展，现代医院里很多都采用了自动发药机，不再需要人工手动取药，从这两张照片上来看，药品的布置密度会越来越高，为了适应这种机器发药的布局，我们势必也要对药房照明布置做出进一步的变化和调整，与时俱进，这也是我们做设计需要**持续不断进行学习**的一个要求。

**☑** 在进行常德湘雅医院流线设计的时候，工艺专业提出在地下室进行洁物和污物的运输时，路线是不能交叉的，那么如何解决这个问题？当时我们在地下室利用它的层高设置了一个夹层，污物通过地下车库进行运输，洁物在夹层里面进行运输，这样两者不会交叉。

**☑** 这是夹层分布示意图，基本上是由走道联系形成的，这些走道都比较狭窄，长度非常长。夹层也是要划分防火分区的，建筑专业为了充分利用面积，会把每个防火分区的长度拉的比较长，因为走到的宽度是有限的。那么对电气专业来说，由于防火分区的长度特别长，会导致末端配电支线距离特别长。所以我们当时在设计时，注意到这个走道长度的问题，他会给配电支线的短路灵敏度校验带来困难。

当时在做设计的时候，我们提出了一些针对这种情况的对策，首先是降低开关的整定值或是瞬动脱扣倍数，比如说原来采用C16的开关，可能会改成C10的开关，如果C10还达不到目标的话，可能就会采用B10的开关，同时会辅助一些放大导线截面的措施，这样来满足短路灵敏度校验。

我们同时也注意到，如果我们采取这样的措施，可能会给施工带来一些困扰。比如说一个箱子里面同时有B曲线的开关，也有C曲线开关，又或者是同一个箱子里的照明出线存在2.5或4平方毫米两种规格，那么施工的时候可能不太会注意到这种细节，实际做出来的东西可能会达不到我们设计的期望值。为了解决这个问题，我们尽量在每个防火分区里面找到一个最不利点，将所有回路都按照这个最不利点来进行配置，避免了施工的误差带来我们不希望看到的结果。我们认为这个问题对于整个项目的品质提升还是挺重要的，就是说设计对于施工要有**指导性**同时也要建兼顾到施工的**便利性**，避免设计过于繁琐而对施工造成困扰。

**☑** 当时我们在设计过程中着重考虑的另外一个问题就是远距离二次控制线路。当初设计的时候，因为业主要求不想设置多个消控室，经过多次讨论最后形成的结论是做两个消控室，值班楼有一个分消控室，主消控室是处在门诊这里。主消控室负责所有医疗区。由于整个项目体量很大，占地面积较广，所以导致从消控室到最远端的控制线路非常长。

我们的规范规定每一台消防风机都必须有直接硬线控制拉到消防控制室，这就导致一个问题，如果我们从消防控制室的位置，沿着电缆距离走到最不利点的4号住院楼屋顶，这个控制线的距离是非常长的，我们大致算了一下，可能400米到500米之间都有可能。

我们在11年做这个项目之前，其实很少碰到这种超长距离的二次控制线路，我们当时担心因为电缆长度特别长，电缆对地之间产生的分布电容会带来一些不利影响。

**☑** 这是10d303-2标准图集的一个二次回路原理图，因为我们的设计是11年做的，所以我们引用的图集就是10d303，可以看到当时的二次回路上，消防风机硬线控制采用的是旋钮开关，而且采用的是220伏线路，也就是说他用220伏的线路拉了几百米远。

**☑** 为了了解分布电容可能带来哪些影响，我们当时查阅了大量论文。比如说电缆分布电容导致继电器误动的分析、电缆分布电容与继电器的误动作等等，这些论文谈论的基本上都是一些工业项目，因为工业项目中对于二次回路是比较重视的，且在实际调试中设计人的参与度也比较高。

当时我们查的这些论文都谈到如果二次控制回路长度很长，那么它的分布电容很有可能会导致继电器的误动或拒动，而且是有实际案例证明的。那么对我们来说，尤其是用在消防设备上的控制，其实是不允许出现这种误动作的。那么有没有办法解决呢？肯定是有的，比如说通过继电器选型就是其中一个办法，就是通过选择合适的继电器型号，使其线圈阻抗和线缆阻抗处在一个合适的比值，就能够解决问题，但是这种方法需要通过一个比较复杂的计算，这还是其次，最主要的是我们无法在设计阶段给出具体型号，因为我们的设计是不允许标注具体型号的，更不用说品牌，这个在图上是无法体现的，所以我们很难控制最终的继电器选型，所以这种方法显然是不太合适的。

我们最终选择的是第2种方法，放弃了采用交流220V作为控制电源，我们把它改为直流，也就是说我们从消防控制室到远方就地控制箱之间的这段控制线采用直流传输而不采用交流，直流传输可以规避分布电容带来的影响，这是我们当时在**11年**时给出的一个解决方案。

**☑** 我们也很高兴的看到在16年图集改版的时候，国标图集也进行了修改，当时可能是需要采用安全电压来进行手动控制，所以把电压改成了50伏以下，同时采用了直流，可以说我们在11年的设计，和16年的图集之间产生了一种默契

**☑** 这个项目有一个大的地下室，单层面积达到了11万平米，也有一个非常大的空调机房，也就是这个蓝色区域，它的面积其实是非常大的，那么这就带来一个问题，就是怎么把这个巨大制冷机房里的冷热媒送到每个单体里面去？

因为我们知道从空调机房里出来的冷热水管都是非常粗的，会占掉很大的净高，而我们的地下室由于设置了一个夹层，导致夹层下方的高度是很有限的，那么如何解决这个问题？

我们采用了设置地下管廊的方式，也就是这个图上红色的区域，通过将空调机房出来的大量管道都走在了地下管廊，这样就把地上空间给让了出来。

**☑** 这是一个简单的剖面图。地下管廊里面排列的大量的管道都是从空调机房里面出来的，通过地下管廊将这些管道送到了各个子项里面。这样的话我们就把地上的大量空间给节约出来，所以看到在地上部分这个机电管线排布空间还是比较富裕的

**☑** 这是最终形成的实物排列效果，可以看到管道排列检修空间足够。

**☑** 这是空调制冷机房，整个机房管线布置观感还是不错的

**☑** 这是弱电中心

**☑** 最后谈一下医院的装机指标。有几本手册都谈到关于医疗建筑的装机指标

**☑** 比如说建筑电气技术措施的节能专篇，他的一个表格里面就谈到医院变压器装机指标大概是在60~100伏安每平米之间，

**☑** 这是供配电设计手册第4版，谈到医院变压器装置容量建议值是≥130伏安，比节能专篇上的指标要高很多。但是请大家注意这里的130是按照N-1原则来设置的，比规范要求的更高。

**☑** 在我们这个项目中，一二期合计装机容量是25,600，进行一个简单的折算，如果按照42万平米的建筑面积含车库，那么摊下来平均指标是61伏安每平米，而如果将近11万平米的车库按20伏安的指标把它剔除掉，将剩余容量折算到31万平米建筑面积中，单位面积指标就变成了74。

这个指标处在节能专篇表格范围的70%左右。但是放在配四手册上看，这个指标其实是偏低的，尤其是相对于沿海发达地区，这个医院配置指标来说是偏低的。但是需要指出的是这个项目从17年竣工一直到2023年，已经运行了6年，进入一个稳定期，从这6年的运行来说，74伏安每平米这个指标维持它的正常运行是没有问题的。所以实际的装机指标到底需要多大还是一个需要去认真研究的问题。

**☑** 我们在进行完常德湘雅这个项目以后，陆续还进行了几个其他大型医院的设计工作，在这个过程中我们做了很多实地调研，比如说这张表就是长沙地区一家大型公立医院的能耗统计，数据横跨了2013、2014、2017年，包括了冬季和夏季，我们当时是找到物业电工班的值班记录，将这些数字摘抄下来，当时还没有智能配电系统，基本上都是手抄表格。

但是半夜后值班人员可能没有抄的那么仔细，可以看到从2点到6点，其实是一个数字，也就是说进入夜间以后呢，可能因为消耗电量很少，所以他们就记录了一个数字，但是白天还是每个小时都记录了一次，我们把这些记录的数字拉一个图形出来，从这些曲线上看到医院整个运行还是比较平稳的。

但是关键是在这家医院的指标如何？我们当时走访的这家医院是3500床，当然这个3500床是包含了加床的，也就是说设计床位并没有这么多，它的建筑面积是在36万平方米左右。这36万平米几乎没有车库，没有像常德湘雅医院有那么大一个地下停车场，所以36万平米几乎就全是医疗面积，它的最高峰用电量在13,000kW左右，这是它的实际耗电量，从这个数据上来看，医院的实际计算负荷并不高。

当然由于样本太少，医院的变压器指标究竟多高合适？也是一个需要再去考察的问题。

**☑ 但这里可以**提出另一个问题，医院里面存在大量一二级负载，我们的规范规定在同一个变电所里面，如果有一台变压器退出运行，那么剩下的变压器要保证所有一二级负载正常运行。我们现在的设计手法基本上都是将变压器两两一组，意味着这两台变压器里面有一台变压器退出运行，那么剩下的另一台变压器就要保证这一组变压器里面所有的一二级负载正常运行。

这会导致一个问题，就是变压器负载率不高、甚至偏低。在很多医院项目设计中都会碰到这种问题，而通过前面的分享可以看到，其实医院实际用电量并不一定很大，这导致实际用电负荷和变压器安装容量之间可能存在一个较大的差值。同时我们知道目前10kV外线需要向电力公司交一笔费用，每个地方规定可能不一致，有的地方规定是按照变压器总安装容量来缴纳的，这就会带来一个矛盾，就是实际用电量没那么大，但是变压器安装容量却很大，这在业主看来就会划不来，那么如何解决这样的问题，其实也是在我们的配电系统架构上有可能去做出一些优化的点。

**☑** 我今天要和各位汇报的就是以上内容，谢谢大家。