

一度电，1774 公里

魏冠宇

我遇到一班物理均分不及格的捣蛋“学霸”

“这个班的孩子在几个科目上比较好，就恃才放旷起来，班上总有打打闹闹的事情，学生私底下也不太尊重老师和学校的辛苦，每天晚上放学之后灯都不关。之前门口的保安说，如果你看到整个教学楼晚上有一个班还亮着灯，那一定是他们班。”这是我接管一个班级高二物理教学任务的时候，同一个办公室的老师嘱咐我的话。

“恃才放旷？”物理均分还没及格就这么“厉害”了？我心里想。我忘了说，我的这份教学工作在西藏。2018年到2019年期间，我离开了家乡北京，去拉萨一所中学支教。我的班上这些孩子是那曲的放牛娃，小时候是在山上长大的，他们没有养成很好的抽象逻辑能力和学习习惯，再加上语言的一道坎，对于理科来说普遍感到头疼。但在体育课上，他们就生龙活虎了。

我知道我一年的支教工作可能无法大幅提升他们的成绩，但或许能在他们熟悉的老师的说教之外，给他们带来一些新的思考。

打打闹闹、私下不尊重老师，我想对于高中阶段这个年龄的孩子来说，这两条都还是可以理解的，青春叛逆期，谁还没有经历过？但是浪费电力资源，这就有点说不过去了吧，在内地，小学生就培养了节约用电的意识和习惯，怎么这个班的孩子意识这么单薄？要知道，西藏的电力资源来之不易，现在拉萨使用的电

能，几乎都是从青海远程输送过来的。我决心把这件事情和孩子们解释清楚。这学期的《物理选修 3-5》刚好有电力输送这一节，这一节的课程难度不是很大，知识点孩子们能够理解，一堂课的剩下时间，我准备说说电力能源问题。我提前做了功课，准备了一份内容丰富的演示文稿。那一阵子我查了好多资料，连着几天都是凌晨 3 点才睡。回到内地以后，我看了许多高原熬夜猝死的新闻，有些感到后怕。

打开教室窗帘：“你看窗外是什么？”

那个班的物理课是早上第一节，教学楼外就是拉萨城南侧的山脉，每天早上的第一节，教学楼都从群山中苏醒过来。阳光从山后缓缓升起，把山脊的每一条脉络照成金色，阳光被大山反射到教室里，屋子里也暖意融融。在这种环境中，这些在牧区长大的孩子就特别想睡觉。我的和其他老师不一样，我在有意识地“破坏”一些规矩。

看到我准备播放演示文稿，靠窗一组的孩子准备拉起窗帘。

“先不忙。”我叫停了他们的动作，“今天我想让大家看看，我们的窗户外面是什么？”孩子们把头扭到窗户一边，看了看道：“山。”

“山上有什么？”班上沉默了很久，因为他们似乎没有注意过拉萨光秃秃的山上有什么东西。“我知道老师，有电线！”课代表打破了沉默。“是的，电线。可能大家没有注意过它们，它们孤零零地架设在山上，从山后绕过来，又绕到山后去，似乎和我们的生活没有关联。但事实上，它和我们的生活息息相关。”

我切换了一页。“这是拉萨城市的卫星图，整个拉萨城就在两山之间的河谷当中，中间这条黑色的线就是拉萨河。我们的学校就在这里。”我在白板上指出这些位置，台下的这些藏族少男少女们之前没有用这样的视角看过这座城市，一个个把眼睛瞪圆了，目不转睛。“来，我们放大。”下一张，把学校的及其周边的卫星图展现了出来。“这是我们的教学楼，我们班大概就在这个位置，从图上可以看到，窗外的山距离我们的位置大约 5 千米。注意看，山上有这些细细的痕迹，这就是那些电缆的影子。”孩子们在白板和窗户之间来回转头，大家都在小声讨论，对卫星图和窗外的山指指点点。我虽然没有听懂他们用藏文谈论的具体内容，但从表情能看出来，那是一种好奇、一种惊喜。

“我在卫星图软件上追踪了这条电缆的线索，结果发现，它这头连接着西藏的拉萨，那头连接着青海的西宁。这个路程，大约是从北京到拉萨距离的十分之七。”孩子们不约而同的“哇”了出来。“我们学校外面的电缆，不远处有一座变电站，我们从教学楼看不到它，因为它挡在山后面。卫星图上看就很清楚了。咱们学校是 2013 年修建起来的，你看这是我们这片地区的历史卫星图，2009 年开始，这个变电站就已经有规模了。而这个时候，我们教学楼现在所处的这片区域还是菜地。”孩子们噗嗤一声笑了。

“你在卫星图上可以看到变电站边上有很多电塔对吧？”孩子们点点头。“接下来我想请大家当一把侦探：谁能告诉我根据这张图片，你有什么办法知道电缆上输送的电压是多少？”台下

开始小声头脑风暴起来，但最终没有结果。“我来告诉大家。架设电缆的电塔，随着电压的不同，它的长相也不一样。在图上我们看不清电塔本身的样子，但是它的影子被阳光照在了山坡上。这个影子的形状，我们可以和在网上查到的各种规格电塔的形状去比较，我的比对结果是，这是一座 110kV 单回路耐张转角塔。这种塔就长右边这张图上的样子，你和左边这个卫星图的影子比较一下，看是不是一模一样？”

“新闻上你也可以看到 110kV 变电站，在拉萨并不止这一座。你看，去年人民网去年转载的西藏商报新闻，拉萨城东 110kV 变电站投产试运，报道指出这是拉萨片区的第三座同类变电站，事实上我们学校附近的那座就是其中的一个。”我出示了几张新闻报道的截图。

一度电的故事：从格尔木到拉萨

我给孩子们详细讲了我国的电力来源。在我国，风电、水电和煤电是最主要的电力来源。具体到拉萨，因为风力不稳定、煤量不充分且不环保，长期以来一直依赖水利供电。在拉萨达孜县和林周县交界处的平措电厂 1988 年底启用并入拉萨电网，这个综合引水式水电站的发电用水还会流向农田、林地灌溉，总装机容量 5 000 千瓦。而在学生们的家乡，那曲市政府所在地的那曲县，1995 年投用的查龙电厂总装机容量 1.08 万千瓦。“从那个时候开始，那曲地区才算结束了没有常规电源的历史。这意味着如果你回家去问自己的爸爸妈妈，他们的记忆中一定有三两天

断电的情况；而你们出生在 2000 年以后，这种生活是你们所不曾经历过的。”

“虽然保障了常规电源，但这不代表万无一失。水电的一个最大问题，就是碰上冬季的枯水期，河道径流量锐减，这样不能保障发电量充足，水不够，大家就用不上电了。因此摆在我们面前的只有一条选择，就是从发电稳定的内地向西藏供电。”我换了下一张 ppt，一张地区出现在投影上。“2010 年 7 月 29 日，经国务院批准的青海—西藏 750 千伏/±400 千伏交直流联网工程在青海格尔木和西藏拉萨同时开工。这项工程是非常艰难的，它是世界上海拔最高、线路最长、施工难度最大的输变电工程，线路全长 1774 公里，平均海拔在 4650 米左右。这是什么概念，相当于从拉萨到武汉的距离（也相当于从北京到厦门的距离），并且在比那曲市海拔还高的地方。这条线路，要穿透坚硬的冻土层，要翻越寒冷的昆仑山。”

“老师，我觉得这个输电线路会不会修不成啊，太难了，我们上山挖虫草都很累的，怎么能在高原走这么长的电线？”一个孩子皱着眉头，似乎为这项输电工程担忧。“如果在别的国家，这样的工程确实很难办，因为它覆盖的人口数量其实并不多，经济回报也很难弥补建设的投资成本。但是，幸好这件事发生在中国。我们的国家政府，对人民有庄严的承诺。”ppt 又换了一张。

“2011 年 12 月 9 日，这项输电工程投产了，比原先预计的日期早了整整一年。”班里的所有人不约而同地张开嘴巴大声喊“哇”。“它的路线是这样的，从青海进藏以后，由东向西走，走

昌都、林芝，通过东郊的山路，进入拉萨市区。”“老师，我们学校就在拉萨城东！”“没错，窗外你看到的那条电缆，就是这个工程。在我们学校还是一片蔬菜大棚的时候，那条电缆就已经在那儿为千家万户服务了。”“老师，我感觉到国家伟大了。之前我只听说青藏铁路，不知道有这个（输电工程）。”“那是因为大家都会坐火车，因此会对它有所关注；可是你不会盯着山上的电缆看呀，所以你观察不到它。事实上，这些工程都在为大家的生活质量服务。”“那么西藏的电力现在都是青海要来的吗？”“不全对。冬天的枯水期，这条输电线可以用内地的电力为西藏提供能源保障；夏天的时候，西藏的水资源还是很丰富的，尤其是拉萨所在的中部地区，这些富裕的水电可以输电再传到青海去。因此输电是双向的。”“厉害啊！”“如果因为外部输电就放弃了内部发电，岂不是辜负了河流的经济价值？”

知识变成现实，现实改变习惯

我把有关理想变压器和远程输电功率损耗的公式重新写在黑板上，这一次效果截然不同，这些死板的物理量，在孩子们的头脑中产生了鲜活的画面：高空作业的工人、高耸入云的电塔、翻山越岭的电缆、奔腾不息的电流。“所以，我如何才能减少功率损失？”“ $P_{\text{损}}=I^2r$ ，保证 I 和 r 小就可以了。 r 就是电缆的总电阻，按照电阻定律， $r=\rho l/S$ ，输电长度不能短，不然电到不了拉萨；横截面积不能太大，不然在电塔上挂不住，有一个办法是用电阻率小的材料。”“你查一下书上的电阻率表告诉我应该用

什么？”“用铜，虽然金和银电阻率都比铜小，但是很贵，而且电阻率减小也有限。”“嗯，我想还更容易被贼惦记是不是，哈哈。”“哈哈是的，老师。”“很好，刚才这个回答也就是我们使用铜作为电缆中导体的主要原因。那么除了改变 r ，还有其他办法吗？”“老师，改变 I 也行。可是 $P=UI$ ，输送的电功率是一定的，不能减少，因此想让 I 减小，就只能增大 U 了。”“非常好，这就是为什么我们会选择高压输电。因为它可以使损耗降低。我们把高压电假设在遥远的山坡上，也是因为要避免人们触电。”学科组长坐在教室后面频频点头。

这节课我用了太多精力。下课之后，我一整天都没有力气说话了，整个人瘫坐在办公室，勉强看看下一节教材。当天晚上晚自习下课以后，我回家路过教学楼，这个班的孩子早早就把灯关掉了。浪费用电的事，再也没发生过。真是可爱，我这样想着。

学期末，我要离开拉萨了。我舍不得他们，他们舍不得我。很多孩子给我写了小纸条，其中有一张上面写着：“老师，我会记得你上的课，那节电力输送太震撼了。我以前很不好，没有节约用电的习惯，也没有好好学习的心情，在学校每天不知道想什么。你让我知道了很多事情：书本上的知识和生活的关系，幸福生活背后有多少人的汗水，电来得多么不容易，还有，我在学校是为了什么。”我看到这封匿名信，心想，看来我算是对得起自己的初心了。

我的学生们将来会不会走出高原、从事什么行业，我并不能预知。但从那节课后他们对着窗外群山的凝思里，我有一点已经

很确信，他们已经懂得珍惜。所谓“节约”，不只是保护天地孕育的自然资源，也是尊重凝聚着人们心血的劳动果实，还是在重新发现自己纯粹的善爱之心。